RÉPERCUSSIONS POSSIBLES DE L'AMÉNAGEMENT D'UN SITE D'AQUACULTURE DE POISSONS À NAGEOIRES DANS LA BAIE SHOAL, DANS LE COMTÉ D'HALIFAX, EN NOUVELLE-ÉCOSSE, SUR LES POPULATIONS DE POISSONS SAUVAGES DANS LES ENVIRONS ET LEUR HABITAT

Contexte

Le 17 avril 2012, la Division de la gestion de l'habitat de Pêches et Océans Canada a demandé l'avis du secteur des Sciences de Pêches et Océans Canada, région des Maritimes, concernant trois enjeux liés au site d'aquaculture de poissons à nageoires proposé, dans la baie Shoal, en Nouvelle-Écosse, afin de déterminer si celui-ci est susceptible d'avoir des effets néfastes pour le poisson et son habitat : la possibilité d'enrichissement organique, les répercussions possibles sur les populations de saumon sauvage, les utilisations potentielles de l'habitat par des espèces d'importance commerciale et la présence d'un habitat essentiel ou important pour ces espèces.

La demande de conseils repose sur l'examen effectué par la Gestion de l'habitat pour un projet d'aquaculture proposé en vertu de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*. Dans le cadre du processus fédéral d'évaluation environnementale, Pêches et Océans Canada peut fournir des conseils à Transports Canada sur les répercussions qui s'inscrivent dans le mandat de Pêches et Océans Canada. De plus, Pêches et Océans Canada peut conseiller le ministère des Pêches et de l'Aquaculture de la Nouvelle-Écosse sur le développement proposé de l'aquaculture. De plus amples renseignements sur l'évaluation environnementale concernant ce projet figurent dans le Registre canadien d'évaluation environnementale, sous le numéro de référence 12-01-66202.

Précisément, la Gestion de l'habitat a posé les questions suivantes à propos de :

l'enrichissement organique.

1) Lorsque la remise en suspension est désactivée pour le modèle DEPOMOD, quelle est la zone de vulnérabilité concernant l'enrichissement organique prévu pour le site d'aquaculture proposé dans la baie Shoal avec un niveau de stock de 500 000 poissons :
    i) au taux d'alimentation maximal quotidien?
    ii) au taux d'alimentation moyen quotidien?

2) Lorsque la remise en suspension est activée pour le modèle DEPOMOD, quelle est la zone de vulnérabilité concernant l'enrichissement organique prévu pour le site d'aquaculture proposé dans la baie Shoal avec un niveau de stock de 500 000 poissons :
    i) au taux d'alimentation maximal quotidien?
    ii) au taux d'alimentation moyen quotidien?

3) À quel taux d'alimentation quotidien le taux de dépôt de 5 g C m^{-2} d^{-1} par jour serait-il dépassé, et quel serait le niveau de stock en utilisant le modèle DEPOMOD :
   i) avec remise en suspension désactivée?
   ii) avec remise en suspension activée?

Populations de saumon sauvage

4) Quelles sont les populations de saumon sauvage (et les étapes de leur cycle de vie) présentes, ou potentiellement présentes, aux alentours du site d'aquaculture de poissons à nageoires proposé dans la baie Shoal, en Nouvelle-Écosse, et quelle est l'abondance relative de celles-ci?

5) Quelles sont les périodes de l'année et la durée pendant lesquelles le saumon sauvage serait susceptible de se trouver aux alentours du site d'aquaculture proposé?

6) Quel habitat d'eau douce dans l'unité désignable des hautes terres du Sud est actuellement utilisé par le saumon sauvage comme lieu de frai?

Habitat du poisson et autres populations de poisson

7) D'après le type d'habitat (illustré dans la vidéo du milieu benthique), les profondeurs et l'emplacement du site (conformément à la carte ci-jointe), quelles sont les utilisations potentielles de cet habitat par les homards, les crabes, les poissons de fond, les palourdes, les pétoncles, les oursins et toute autre espèce d'importance commerciale?

8) Dans les environs du site d'aquaculture proposé, y a-t-il des espèces ne figurant pas sur la liste ci-jointe qui sont particulièrement importantes pour les ressources halieutiques et existe-t-il un habitat essentiel ou important pour ces espèces dans la zone?

La présente réponse des Sciences découle du processus spécial de réponse des Sciences de mai 2012 concernant l'examen des répercussions possibles de l'aménagement d'un site d'aquaculture de poissons à nageoires dans la baie Shoal, en Nouvelle-Écosse, sur les populations de poissons sauvages dans les environs et leur habitat. On a tenu une réunion le 14 juin 2012 afin d'examiner cette réponse des Sciences.

Analyse et réponse

Enrichissement organique

Le logiciel DEPOMOD (version 2) a été utilisé pour prévoir les dépôts dans le champ proche de déchets solides organiques provenant du site d'aquaculture proposé de saumons (figure 1 et annexe 1). Le modèle DEPOMOD est un modèle informatique conçu en Écosse en vente sur le marché (Cromey et al., 2000, 2002). Il a été utilisé pour prévoir les répercussions benthiques de la salmoniculture en Colombie-Britannique (Chamberlain et Stucchi, 2007; Chamberlain et al., 2005). Des études sur l'utilisation du modèle DEPOMOD ont aussi été menées dans certaines exploitations salmonicoles proposées et existantes du sud-ouest du Nouveau-Brunswick (SONB) et de la Nouvelle-Écosse (MPO, 2009; MPO, 2011a; MPO, 2011 b; MPO, 2012a; Page et al., 2009).

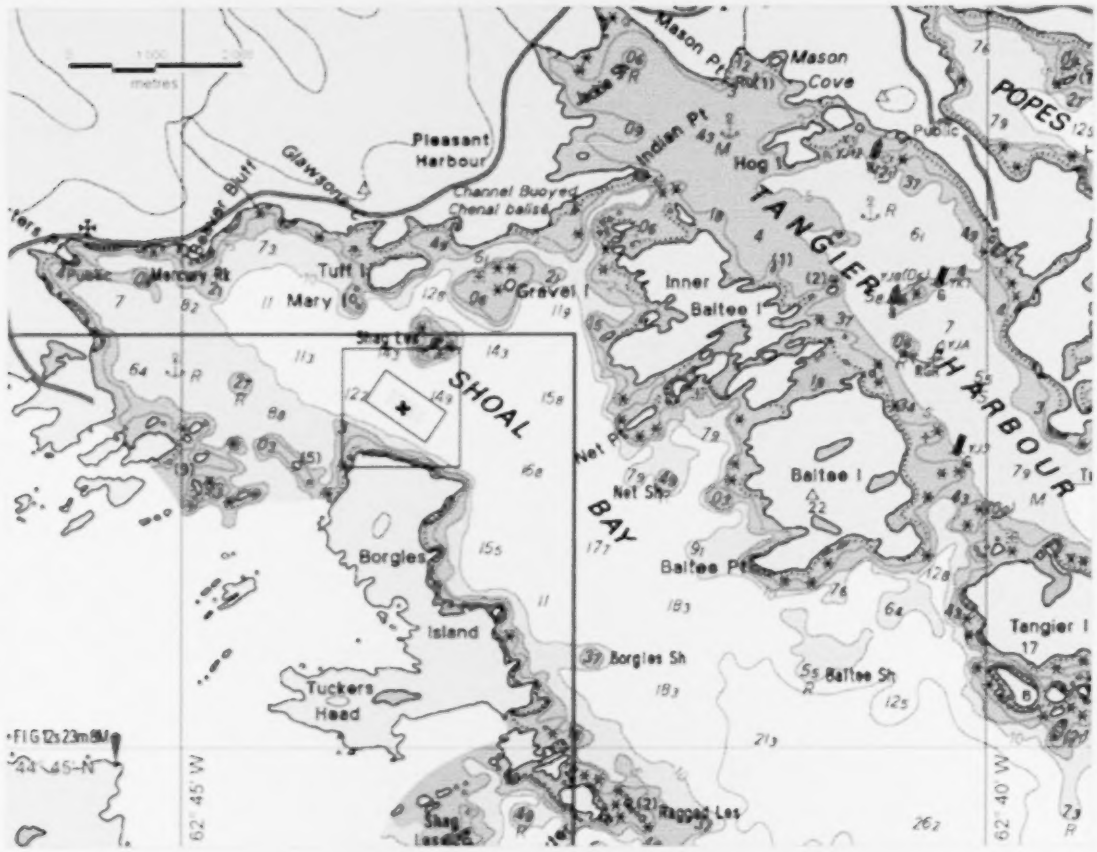

Figure 1. Carte de la baie Shoal, en Nouvelle-Écosse, indiquant l'emplacement du site proposé n° 1370. Le carré représente la taille du domaine du modèle DEPOMOD. Le polygone faisant partie du carré représente les limites des concessions. La croix (près du centre du site) indique l'emplacement du mouillage du courantomètre. L'arrière-plan est la carte 4236 du Service hydrographique du Canada : Taylors Head to/à Shut-in Island (2001).

Grâce à des données sur l'emplacement des cages et leurs tailles, le taux d'alimentation par cage, la vitesse du courant, la bathymétrie, les taux de déchets alimentaires et le taux de particules fécales qui sombrent, le modèle DEPOMOD prévoit la répartition spatiale du carbone organique sur le fond marin (en grammes de carbone par m^2 par jour [g C m^{-2} d^{-1}]) obtenue à l'aide des estimations en matière de déchets alimentaires et d'excréments produits par les poissons d'élevage en cage. Ces taux de dépôt sont liés à la classification benthique des exploitations aquacoles du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse, elle-même obtenue grâce à la concentration en sulfures des sédiments (NBDENV, 2006; NSDFA, 2011); voir le tableau 1.2 à l'annexe 1 (d'après des données de Hargrave et al., 2008 et Hargrave, 2010).

Vous trouverez ci-dessous une description des données de sortie par la modélisation DEPOMOD qui ont été réalisées pour le site d'aquaculture proposé. À l'annexe 1 se trouvent les détails concernant les données d'entrée et la méthodologie utilisées pour procéder à la modélisation DEPOMOD.

Après l'achèvement de la modélisation DEPOMOD, le promoteur a demandé d'apporter des petits ajustements aux limites des concessions. Des renseignements sur ces ajustements et leurs conséquences potentielles sont inclus à l'annexe 2.

Vitesse du courant

La figure 1.1 à l'annexe 1 présente les rosaces directionnelles du courant pour le site proposé. Essentiellement, le courant près de la surface est de direction ouest et est, et le courant à mi-profondeur et proche du fond est de direction ouest-nord-ouest et de direction est-sud-est.

Les données sur la vitesse du courant se trouvent dans la figure 1.2 et le tableau 1.6 à l'annexe 1. Les vitesses du courant étaient faibles, et il y avait peu de différence entre les vitesses minimales, moyennes et maximales parmi les trois zones de profondeur. Le pourcentage d'enregistrements de la vitesse du courant près du fond qui dépassent le seuil de remise en suspension de 9,5 cm s^{-1} du modèle DEPOMOD était faible, c'est-à-dire de 12 %.

Taux de dépôt de carbone

Le tableau 1.7 à l'annexe 1 présente le calcul du bilan massique pour les prévisions du modèle DEPOMOD. En ce qui concerne les taux d'alimentation maximal et moyen, toutes les particules de déchets sont restées dans le domaine du modèle lorsque la remise en suspension était désactivée. S'il y a remise en suspension, 77 % des particules sont restées dans le domaine du modèle en utilisant le taux d'alimentation maximal, et 52 % des particules sont restées en utilisant le taux d'alimentation moyen.

Les figures 1.3 (taux d'alimentation maximal) et 1.4 (taux d'alimentation moyen) de l'annexe 1 présentent les tracés de contours des taux de dépôt de carbone prévus par la modélisation DEPOMOD. Les tableaux 1.8 (taux d'alimentation maximal) et 1.9 (taux d'alimentation moyen) de l'annexe 1 présentent les superficies des contours. Les paramètres de la relation linéaire entre le taux d'alimentation et taux de dépôt prévu le plus élevé dans le domaine DEPOMOD se trouvent dans le tableau 1.10 de l'annexe 1. Le tableau 1.11 (annexe 1) présente les niveaux de stock qui permettraient de maintenir le taux de dépôt de carbone inférieur ou égal à 5 g C m^{-2} d^{-1} dans toutes les cellules de grille du domaine.

Sans remise en suspension

S'il n'y a pas de remise en suspension, le modèle DEPOMOD prévoit qu'en utilisant le taux d'alimentation maximal proposé, de grandes zones auront des taux de dépôt de carbone élevés : 41 800 m^2 ayant des taux de dépôt de carbone de plus de 5 g C m^{-2} d^{-1} et 16 700 m^2 en conditions anoxiques (> 10 g C m^{-2} d^{-1}). En utilisant le taux d'alimentation moyen proposé, la zone ayant des taux de dépôt de plus de 5 g C m^{-2} d^{-1} est réduite à 3 300 m^2 et il n'y avait aucune zone en conditions anoxiques.

Le taux de dépôt prévu le plus élevé dans le domaine du modèle DEPOMOD, en utilisant le taux d'alimentation maximal proposé, est de 23,8 g C m^{-2} d^{-1}, taux trois fois plus élevé qu'en utilisant le taux d'alimentation moyen proposé, soit 7,8 g C m^{-2} d^{-1}.

Le taux d'alimentation estimatif qui maintiendrait le taux de dépôt prévu supérieur ou égal à 5 g C m^{-2} d^{-1} dans toutes les cellules de la grille du domaine du modèle DEPOMOD (basé sur la relation entre le taux d'alimentation et le taux de dépôt prévu le plus élevé dans le domaine du modèle DEPOMOD) est de 65 kg d^{-1} par cage (en supposant le même nombre de cages). Au cours de la période d'alimentation la plus intense (lorsque la biomasse de poissons est la plus

élevée), ce taux d'alimentation nourrirait 3 200 poissons par cage (au lieu de 15 150 poissons si l'on utilise le niveau de stock proposé).

Avec remise en suspension

S'il y a remise en suspension, il existe une certaine réduction de la quantité de dépôts de déchets dans le domaine du modèle en utilisant les taux d'alimentation maximal et moyen. En utilisant le taux d'alimentation maximal proposé, les zones ayant des taux de dépôt de carbone de plus de 5 g C m^{-2} d^{-1} sont de 34 200 m^2 et, en conditions anoxiques (> 10 g C m^{-2} d^{-1}), de 9 800 m^2. En utilisant le taux d'alimentation moyen proposé, il n'y avait aucune zone avec des taux de dépôt de plus de 5 g C m^{-2} d^{-1}.

Les taux de dépôt prévus les plus élevés dans le domaine du modèle DEPOMOD étaient légèrement plus faibles lorsque la remise en suspension était désactivée : en utilisant le taux d'alimentation maximal proposé, 21,5 g C m^{-2} d^{-1}, et en utilisant le taux d'alimentation moyen proposé, 5,6 g C m^{-2} d^{-1}.

Le taux d'alimentation estimatif qui maintiendrait le taux de dépôt prévu supérieur ou égal à 5 g C m^{-2} d^{-1} dans toutes les cellules de la grille du domaine du modèle DEPOMOD (basé sur la relation entre le taux d'alimentation et le taux de dépôt prévu le plus élevé dans le domaine du modèle DEPOMOD) est de 91 kg d^{-1} par cage (en supposant le même nombre de cages). Au cours de la période d'alimentation la plus intense (lorsque la biomasse de poissons est la plus élevée), ce taux d'alimentation nourrirait 4 400 poissons par cage (au lieu de 15 150 poissons si l'on utilise le niveau de stock proposé).

Le module de remise en suspension a été validé à certaines exploitations salmonicoles écossaises (Cromey et al., 2002), où les vitesses moyennes du courant près du fond étaient faibles (de 3,6 à 6,2 cm s^{-1}). Cependant, il a été établi à une exploitation de la Colombie-Britannique, où la vitesse moyenne du courant était plus élevée (7,9 cm s^{-1}), que le module de remise en suspension surestimait le transport des particules hors des exploitations (Chamberlain et Stucchi, 2007); il semble que ce soit également le cas à certains sites du Nouveau-Brunswick où le modèle DEPOMOD a été testé, à l'exception de celles où les vitesses du courant sont très basses (Chang et al., *en cours d'élaboration*). Cela laisse supposer que les prédictions du modèle DEPOMOD avec la remise en suspension devraient être utilisées avec précaution, puisqu'on ne sait pas si le seuil de la vitesse du courant pour la remise en suspension, soit 9,5 cm s^{-1} (près du fond), et le temps de consolidation de quatre jours sont appropriés pour les conditions de l'exploitation examinée dans la présente étude. La vitesse moyenne du courant au site de la baie Shoal (5,3 cm s^{-1}) était dans l'étendue des vitesses moyennes du courant près du fond aux sites écossais de l'étude de Cromey et al. (2002).

Sommaire

Lorsque la remise en suspension est désactivée pour le modèle DEPOMOD, la zone de vulnérabilité concernant l'enrichissement organique (c'est-à-dire la zone où le modèle DEPOMOD prévoit que le taux de dépôt de carbone sera supérieur à 5 g C m^{-2} d^{-1}) prévue pour le site d'aquaculture proposé dans la baie Shoal avec un niveau de stock de 500 000 poissons i) au taux d'alimentation quotidien maximal est de 41 800 m^2 et ii) au taux d'alimentation quotidien moyen est de 3 300 m^2 par rapport à la zone du site d'aquaculture proposé de 18 000 m^2.

Lorsque la remise en suspension est activée pour le modèle DEPOMOD, la zone de vulnérabilité concernant l'enrichissement organique prévue pour le site d'aquaculture proposé

dans la baie Shoal avec un niveau de stock de 500 000 poissons i) au taux d'alimentation quotidien maximal est de 34 200 m^2 et ii) au taux d'alimentation quotidien moyen est de 0 m^2 par rapport à la zone du site d'aquaculture proposé de 18 000 m^2.

S'il n'y a pas de remise en suspension, le taux de dépôt de 5 g C m^{-2} d^{-1} serait dépassé au site (dans toute cellule du domaine du modèle DEPOMOD) au taux d'alimentation de 65 kg d^{-1} par cage et à un niveau de stock de 3 200 poissons par cage (en supposant le même nombre de cages).

S'il y a remise en suspension, le taux de dépôt de 5 g C m^{-2} d^{-1} serait dépassé au site (dans toute cellule du domaine du modèle DEPOMOD) au taux d'alimentation de 91 kg d^{-1} par cage et à un niveau de stock de 4 400 poissons par cage (en supposant le même nombre de cages).

Il est à noter que le modèle DEPOMOD est un outil de prévision, et que les limites des résultats (figurant dans MPO, 2012a) doivent être prises en compte.

Interactions du saumon sauvage

Le saumon de l'Atlantique démontre une grande fidélité, quoique non absolue, à sa rivière natale. Par conséquent, les rivières à proximité géographique sont traitées comme des unités uniformes aux fins de gestion et d'évaluation. Au moment d'évaluer le risque d'extinction du saumon de l'Atlantique au Canada, le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a cerné quatre de ces groupes géographiques ou unités désignables pour les évaluer (figure 2). Le site d'aquaculture proposé se trouve dans l'unité désignable de saumon de l'Atlantique des hautes terres du Sud. Le saumon de l'Atlantique des hautes terres du Sud a été évalué comme espèce en voie de disparition par le COSEPAC en novembre 2010 (COSEPAC, 2010).

Toutes les préoccupations relatives aux interactions entre le saumon sauvage de l'Atlantique et l'aquaculture marine soulevées auparavant par le secteur des Sciences de Pêches et Océans Canada, région des Maritimes, dans le cadre de l'examen des sites aquacoles proposés pour Shelburne Harbour (MPO, 2012b) pourraient être soulevées dans l'examen du site proposé dans la baie Shoal. Afin d'éviter une répétition, la présente réponse se concentre sur les renseignements particulièrement intéressants pour la baie Shoal, ainsi que sur les nouveaux renseignements fournis dans la récente évaluation du potentiel de rétablissement du saumon de l'Atlantique des hautes terres du Sud.

Les caractéristiques génétiques et physiologiques du saumon de l'Atlantique des hautes terres du Sud, le flux génétique historique minime entre les hautes terres du Sud et les régions avoisinantes et la preuve pour une adaptation locale aux conditions environnementales dans la région des hautes terres du Sud appuient l'opinion que le saumon des hautes terres du Sud est un groupe distinct formé d'autres groupes de populations de saumon de l'Atlantique.

Figure 2. Carte indiquant les zones importantes du saumon dans la région des Maritimes.[1]

En tant que ministère compétent en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP), Pêches et Océans Canada est tenu de prendre un certain nombre de mesures, y compris l'exécution d'une évaluation du potentiel de rétablissement, lorsque le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) désigne une espèce aquatique comme étant menacée ou en voie de disparition. Le secteur des Sciences de Pêches et Océans Canada a mené un examen par les pairs de l'évaluation du potentiel de rétablissement pour l'unité désignable de saumon de l'Atlantique des hautes terres du Sud du 22 au 25 mai 2012. Les résultats de cette évaluation ont servi à orienter la présente réponse des Sciences.

État de l'unité désignable de saumon de l'Atlantique des hautes terres du Sud

Les indices disponibles laissent entendre que l'abondance du saumon de l'Atlantique est très faible dans l'unité désignable des hautes terres du Sud et en baisse par rapport aux niveaux observés dans les années 1980. L'abondance relative est informative, tant sur le plan de la comparaison aux abondances historiques que sur celui de la tolérance aux menaces qui peuvent peser sur les populations. Les données annuelles sur l'abondance d'adultes dans quatre rivières démontrent une baisse de 88 % à 99 % par rapport à l'abondance observée dans les années 1980, un déclin qui concorde avec les tendances associées aux prises de la pêche récréative. Les comparaisons dans toute la région des données sur la densité de la population de juvéniles provenant de plus de 50 rivières indiquent d'importants déclins continus entre les années 2000 et 2008-2009. Elles fournissent aussi des preuves pour des extirpations qui se sont produites dans certaines rivières. En 2008-2009, le saumon de l'Atlantique juvénile était observé dans 22 des 54 rivières étudiées de l'unité désignable, mais il n'a pas été observé dans 4 rivières où sa présence avait été signalée en 2000 (figure 3; Gibson et al., 2010).

[1] Carte créée à partir d'une version de Gibson et al. (2010).

L'acidification de la rivière a grandement contribué à l'abondance réduite ou à la disparition de populations dans de nombreuses rivières de la région au cours du dernier siècle. En plus des effets continus de l'acifidication, les déclins contemporains dans les rivières non acides indiquent que d'autres facteurs (y compris les espèces de poissons envahissantes, les barrages, les déviations de cours d'eau et les structures permanentes, le braconnage ou activités de pêche illégales, les changements de l'écosystème marin et la salmoniculture) auraient des répercussions négatives sur les populations. Les menaces pour les populations ont été déterminées dans l'évaluation du potentiel de rétablissement et, lorsque les populations sont faibles et en déclin, comme c'est clairement le cas pour les populations de saumon dans ce secteur, ces menaces contribueraient à accélérer l'éventuelle disparition des populations si elles ne sont pas atténuées.

La population de la rivière St. Mary's (figure 3, numéro 61), qui se trouve à moins de 100 km du site proposé, est passée d'environ 1 000 saumons au milieu des années 1990 à moins de 400 saumons depuis 2005 (Gibson et al., 2010). La rivière LaHave (figure 3, numéro 26), bien qu'elle soit quelque peu éloignée, recevait de 4 000 à 5 000 saumons pendant les années 1980, et maintenant, moins de 1 000 saumons y remontent. Ces remontes se comparent à un besoin en géniteurs d'environ 2 000 saumons (Gibson et al., 2010).

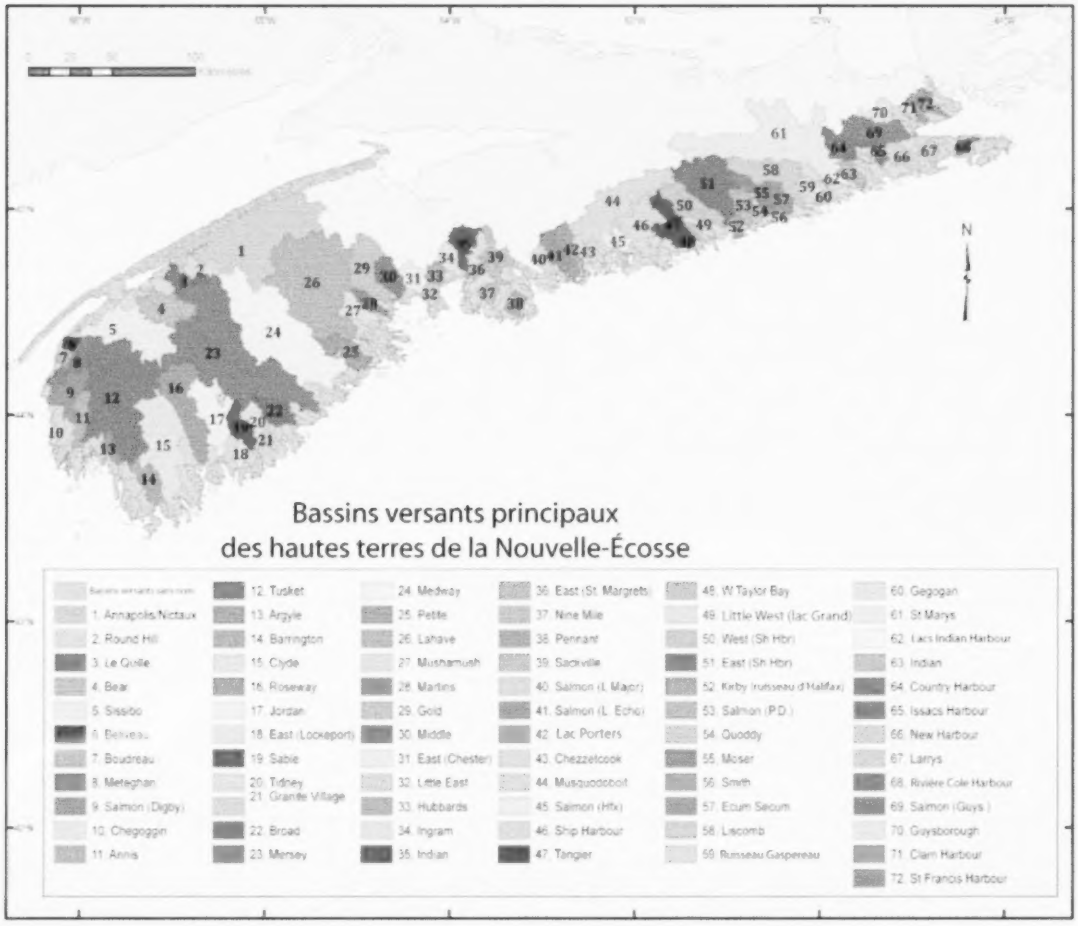

Figure 3. Bassins versants principaux des hautes terres de la Nouvelle-Écosse.

Des saumons juvéniles de l'Atlantique ont été relevés par pêche à l'électricité dans plusieurs rivières de 25 à 50 km du site d'aquaculture proposé (figure 4). Les rivières de 50 à 100 km du site proposé ont connu un déclin appréciable de la densité de juvéniles de 2000 à 2008.

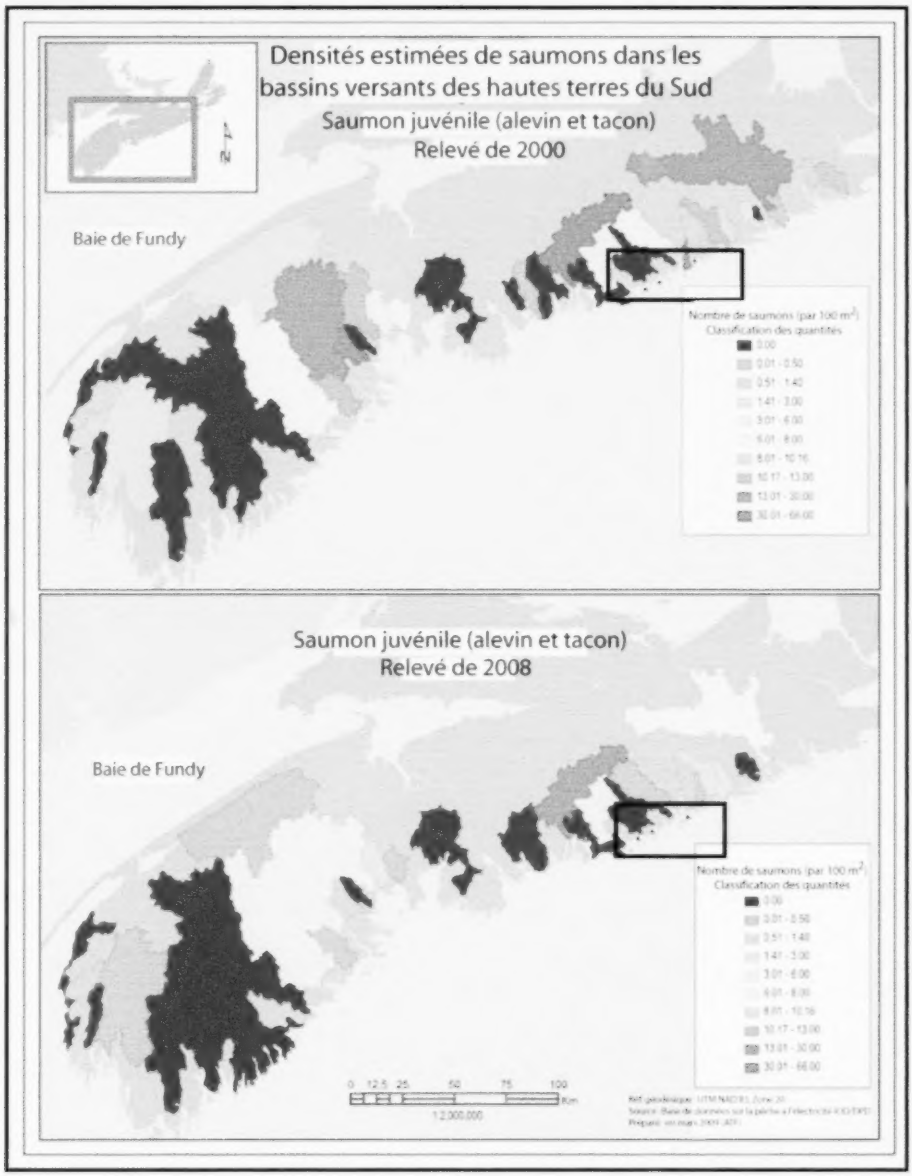

Figure 4. Comparaison de la densité moyenne de juvéniles (toutes classes d'âge confondues) dans les bassins versants des hautes terres du Sud en 2000 et 2008. Les bassins versants dans lesquels aucun saumon n'a été capté sont en noir (Gibson et al., 2010). Le carré indique la zone générale des sites proposés.

En plus du saumon de l'Atlantique des hautes terres du Sud, des données du taux de retour des étiquettes signalées dans Ritter (1989) indiquent que des saumons d'autres zones, y compris les rivières de la baie de Fundy et du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, ont migré près

des côtes et ont été capturés sur la côte est au cours de la période d'étude, principalement entre le début des années 1970 et le milieu des années 1980 (tableau 1; figure 5).

Tableau 1. Rivière de remise à l'eau et nombre de recaptures sur la côte est de la Nouvelle-Écosse découlant de divers programmes de marquage du saumon de l'Atlantique menés entre 1964 et 1997[2]. Ces données représentent une simple extraction de la base de données de marquage du saumon pour fournir un aperçu des récupérations des étiquettes du saumon, et elles ne sont pas un résumé définitif des données de marquage.

Rivière de remise à l'eau	***Nombre total de récupérations entre 1964 et 1997***
Nouvelle-Écosse	
Rivière East, Sheet Harbour	269
Rivière LaHave	16
Rivière Liscomb	615
Rivière Medway	10
Rivière Middle	1
Rivière Musquodoboit	18
Rivière St. Mary's	198
Rivière West, Sheet Harbour	63
Nouveau-Brunswick	
Rivière Big Salmon	1
Rivière Saint-Jean (Mactaquac)	44
Rivière Saint-Jean	11
Rivière Ste-Croix	1
Rivière Tobique	1

[2] Données fournies par T. Horsman et J. Gibson; Données extraites de la base de données de marquage du saumon, Division de l'écologie des populations, Direction des sciences, Pêches et Océans Canada, Institut océanographique de Bedford, mars 2012.

Figure 5. Recaptures de saumons de l'Atlantique marqués sur la côte est de la Nouvelle-Écosse pour les poissons marqués et remis à l'eau dans le cadre de nombreux programmes de marquage entre les années 1964 et 1997.

Utilisation de l'habitat d'eau douce

Le saumon de l'Atlantique des hautes terres du Sud est un poisson anadrome, ce qui signifie que même s'il est obligé de se reproduire dans l'eau douce, il passe une partie de sa vie dans l'océan pour se nourrir et grandir. Il est itéropare, ce qui signifie qu'il peut frayer plusieurs fois avant de mourir. Après le premier frai, certains individus peuvent frayer encore pendant des années consécutives, alors que d'autres peuvent frayer tous les deux ans et d'autres encore peuvent varier entre frayer pendant des années consécutives et tous les deux ans. Le frai a lieu habituellement en novembre. Après le frai, les adultes (appelés les « charognards ») peuvent retourner à la mer ou rester dans l'eau douce jusqu'au printemps suivant. Bien que la proportion de charognards qui restent dans l'eau douce n'ait pas fait l'objet d'une étude approfondie, une étude de marquage acoustique récente (2010-2011) à la rivière St. Mary's indique que la proportion de saumons qui passent l'hiver dans l'eau douce est vraisemblablement très élevée.

La répartition et l'aire de répartition du saumon des terres hautes du Sud ont été partiellement évaluées à l'aide de relevés par pêche à l'électricité des saumons de l'Atlantique juvéniles, dont les plus récents ont été effectués dans les terres hautes en 2008 et en 2009. En tout, 151 sites ont été étudiés dans 54 rivières ayant entre 1 et 12 sites de pêche. Des saumons juvéniles ont été repérés dans 22 des 54 rivières étudiées (figure 4). On suppose que le frai a lieu au moins dans les rivières où des juvéniles ont été repérés. Ce ne sont toutefois pas toutes les rivières qui ont été échantillonnées. À l'heure actuelle, les niveaux de populations du saumon de l'Atlantique des hautes terres du Sud sont faibles, mais il est peu probable que les habitats d'eau douce limitent le rétablissement de l'espèce dans les rivières compte tenu de la grande proportion de la zone accessible. Malheureusement, les barrages infranchissables et l'eau hautement acide ont réduit la disponibilité de l'habitat d'eau douce d'environ 40 % pour cette région. La question à savoir si l'habitat disponible deviendra un facteur de freinage à mesure que les populations augmentent dépend de la capacité de production des habitats d'eau douce et des taux de mortalité enregistrés du saumon de l'Atlantique dans le milieu marin.

La rivière West, Sheet Harbour, se situe à 25 km du site proposé dans la baie Shoal. Des efforts de rétablissement sont déployés pour cette rivière. La chaux a réduit l'acidité d'une bonne partie du bras principal de la rivière West, donnant lieu à une amélioration de la qualité de l'habitat. Un suivi continu permet de surveiller les efforts de la chaux sur les populations de poisson et, bien que les retours soient faibles, des travaux préliminaires pour évaluer la production de saumoneaux dans la rivière et les efforts de la chaux sont encourageants, mais les résultats n'ont pas été consignés dans les ouvrages publiés (Ferguson et Hinks, 2007). D'autres projets pour améliorer l'accès aux eaux douces et leur qualité sont également en cours dans la région des terres hautes du Sud.

Utilisation de l'habitat estuarien

Des recherches récentes basées sur le marquage acoustique laissent entendre que les populations du saumon de l'Atlantique des terres hautes du Sud ne font pas une utilisation accrue des milieux marins, soit sous forme de saumoneaux ou de charognards. Les temps de séjour observés pour le saumon des terres hautes du Sud sont de 1 à 8 jours par km d'habitat pour les saumoneaux dans les estuaires, et de 3 à 32 jours dès le relâchement jusqu'à l'arrivée dans la haute mer pour les charognards. Les renseignements sur la profondeur tirés des charognards marqués indiquent que ces derniers se trouvent essentiellement près de la surface, mais qu'ils s'aventurent un peu vers le fond. On a émis l'hypothèse qu'un tel comportement pourrait être associé à l'alimentation et à la recherche de proies, ou encore à l'adaptation au stress psychologique de retourner dans l'eau de mer (Hubley et al., 2008). L'utilisation de types d'habitat particuliers dans les estuaires par les saumoneaux, les adultes et les charognards est relativement inconnue pour les populations des terres hautes, mais la disponibilité de l'habitat n'est pas considérée comme étant restrictive.

Utilisation de l'habitat marin

Les tendances de répartition marine pour le saumon de l'Atlantique des terres hautes du Sud ont également fait l'objet d'études à l'aide des programmes historiques de marquage des saumoneaux et des adultes combinés aux recaptures déclarées dans le cadre de pêches commerciales et récréatives.

Ces renseignements indiquent que les poissons de différents stades biologiques peuvent être de passage dans des habitats semblables, et que leur direction générale du déplacement peut être dans une direction opposée, ce qui pourrait mener à une répartition relativement omniprésente de la Nouvelle-Écosse jusqu'à la mer du Labrador et l'ouest du Groenland pendant une bonne partie de l'année. Les données de marquage semblent indiquer que le saumon de l'Atlantique des terres hautes est très répandu dans les habitats marins côtiers pendant sa première année de vie, en particulier pendant les mois d'été, et que les régions côtières de la Nouvelle-Écosse demeurent l'habitat du saumon pendant l'hiver. En raison de la variabilité exprimée en cycle de remonte, entre les populations et à l'intérieur d'une même population, il est probable qu'il existe une variabilité semblable dans le déplacement du saumon de l'Atlantique des terres hautes du Sud dans les milieux littoraux de l'Atlantique Nord-Est, ce qui signifie que la répartition marine (et, par conséquent, l'utilisation de l'habitat) ne peut pas être délimitée clairement sur une base saisonnière.

Renseignements tirés de la pêche récréative du saumon

Il y a 15 rivières à saumon réglementées[3] à moins de 50 km (distance mesurée en lignes droites du site d'aquaculture jusqu'à l'embouchure de chaque rivière) du site proposé, dont bon nombre d'entre elles continuent de soutenir les populations du saumon de l'Atlantique (Gibson et al., 2010). Neuf des rivières notées se déversent dans la zone côtière à moins de 25 km du site d'aquaculture proposé : rivière Salmon (Halifax); rivière Ship Harbour; rivière Tangier; ruisseau Taylor Bay; rivière Little West (lac Grand); rivière West, Sheet Harbour; rivière East, Sheet Harbour; rivière Kirby; et ruisseau Halfway (figure 3 : numéros 45 à 52, respectivement). Il y a six autres rivières à moins de 50 km des limites du site proposé. Les rivières les plus importantes dans cette région, d'après les données de la pêche à la ligne, sont les rivières Musquodoboit (figure 3, numéro 44), Moser (figure 3, numéro 55) et Ecum Secum (figure 3, numéro 57).

Renseignements sur le saumon de l'Atlantique tirés de la pêche commerciale dans le passé

Selon Dunfield (1974), en 1971, on trouvait 75 filets-trappes et 18 filets maillants fixes autorisés pour pêcher le saumon de l'Atlantique sur la côte est de la Nouvelle-Écosse, répartis approximativement entre la rivière Country Harbour et la rivière Cole Harbour, dans les districts statistiques des pêches 16 à 20 (figure 6). Les « postes » (terme utilisé pour désigner l'emplacement fixe à un site d'un engin de pêche commerciale du saumon) se situaient dans les voies migratoires traditionnelles pour prendre les saumons de l'Atlantique matures pendant leur retour aux rivières pour frayer. L'emplacement de ces postes était près de la côte et à l'entrée de certaines rivières. Par exemple, les postes dans le secteur de Musquodoboit Harbour se situaient dans le port prolongé bien à l'intérieur des caps (annexe 3). Tel qu'il est énoncé dans MPO, 2011a, les saumoneaux, les postsaumonneaux et les charognards (saumons adultes après le frai) du saumon de l'Atlantique étaient susceptibles d'utiliser la zone côtière comme « zone d'alimentation de saumons qui intervient en faveur de leur croissance, de leur arrivée à maturité et de leur reconditionnement après le frai ».

Les débarquements commerciaux de saumons dans la proximité immédiate du site d'aquaculture proposé (district statistique des pêches 19) de 1981 à 1984 variaient de 250 kg à 1 400 kg. Des débarquements antérieurs ont été signalés dans Cutting (1984) qui a consigné les données des prises commerciales et récréatives pour les régions de la Nouvelle-Écosse englobant la côte est. À titre de référence, la prise commerciale pendant la période de 1967 à 1983 dans le district statistique des pêches 19 variait d'environ 300 kg à 2 700 kg. Les prises commerciales de saumons consignés pour les pêches du saumon dirigées sur la côte est, exclues des prises accessoires pour d'autres pêches, variaient entre 1 200 et 3 600 kg pendant la période de 1949 à 1965 (Allen et Lindsey, 1967).

Les changements réglementaires et le déclin de l'abondance du saumon ont incité de nombreux pêcheurs à cesser la pêche. De 1981 à 1984, environ 22 postes de saumons fixes étaient toujours exploités entre l'est de la rivière Country Harbour et près de la rivière Cole Harbour à l'ouest (districts statistiques des pêches 17, 19 et 20), principalement au moyen de filets-trappes (annexe 3; figures 3.1 à 3.5). La pêche commerciale du saumon a été fermée en Nouvelle-Écosse après la saison réduite de 1984. Pendant les quatre dernières années de la

[3] Les rivières ayant des remontes bien connues de saumons de l'Atlantique qui ont été pêchés activement à des fins récréatives ont souvent été gérées en appliquant des restrictions imposées à la pêche pour protéger les stocks de saumons par différentes méthodes, notamment par des séries de fermetures pendant la saison de pêche. Limiter la pêche pendant une partie de la saison à la pêche à la mouche seulement était ce qu'on appelle une « gestion ».

pêche (de 1981 à 1984), 2 700 kg de saumons, en moyenne, ont été capturés, ce qui indique que même si les populations étaient plus faibles qu'auparavant, de nombreux poissons migraient toujours par la zone côtière proche de la côte est (Swetnam et Bernard, 1982; O'Neil et Bernard, 1983; O'Neil et al., 1984; O'Neil et al., 1985). Un emplacement de poste était à proximité (à moins de 3 km) du site d'aquaculture proposé, indiquant que le site de la cage serait placé là où on sait que des saumons adultes se trouvaient (annexe 3; figure 3.1). Il est probable que les saumons capturés dans les postes de pêche commerciale migraient vers leur rivière natale pour frayer.

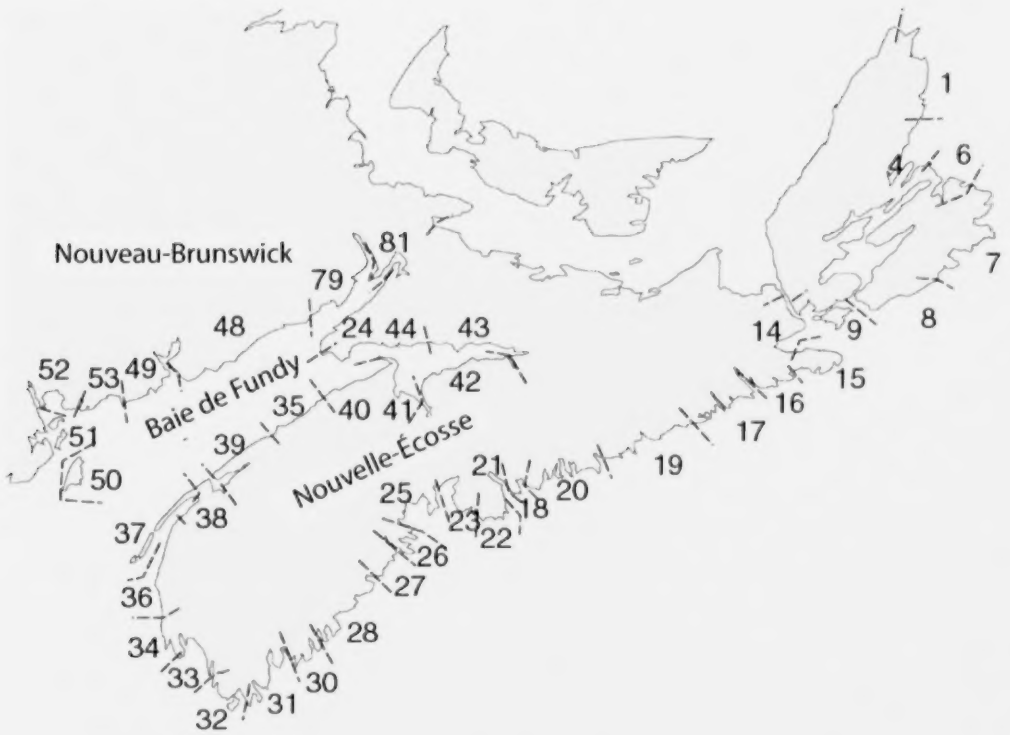

Figure 6. Districts statistiques des pêches.

Habitat du poisson et autres populations de poisson

Une liste des ressources de la pêche a été fournie par la Division de la gestion de l'habitat aux fins d'examen du site d'aquaculture proposé (tableau 2).

Tableau 2. Liste des espèces évaluées par la Division de la gestion de l'habitat de Pêches et Océans Canada pour déterminer les répercussions potentielles du site d'aquaculture proposé dans la baie Shoal, comté d'Halifax, en Nouvelle-Écosse.

ESPÈCES ÉVALUÉES
Végétation aquatique
Varech
Zostère
Algue
Fucus
Crustacés
Homard
Crabe commun
Échinodermes
Oursin
Mollusques
Pétoncle
Palourde
Moule
Poissons pélagiques
Hareng
Maquereau
Thon rouge
Poisson de fond (démersal)
Aiglefin
Morue
Brosme
Goberge
Plie
Diadrome
Saumon de l'Atlantique
Gaspareau
Alose
Anguille d'Amérique
Éperlan
Mammifères marins et reptiles
Marsouin commun – population de l'Atlantique Nord-Ouest
Morse de l'Atlantique – population de l'Atlantique
Phoque
***Loi sur les espèces en péril* (annexe 1 de la LEP)**
Tortue luth – espèce en péril
Baleine noire de l'Atlantique Nord – espèce en péril
Rorqual bleu – espèce en voie de disparition
Grand requin blanc – population de l'Atlantique; espèce en voie de disparition

Espèces diadromes

Gaspareau (alose d'été)

Le gaspereau inclut le gaspareau proprement dit et l'alose d'été; les deux espèces sont présentes dans certains bassins versants. Plusieurs rivières de la côte est de la Nouvelle-Écosse (comtés d'Halifax et de Guysboroug) abritent des populations de gaspareaux. La pêche commerciale est active dans certaines de ces rivières (tableau 3). La pêche a lieu dans les eaux de marée et les eaux sans marée.

Tableau 3. Liste de bassins versants dans les comtés d'Halifax et de Guysborough, en Nouvelle-Écosse, où la pêche du gaspareau est autorisée et où les rapports de journaux de bord récents indiquent que la pêche se pratique.

Rivières/plans d'eau
Beaver
Chezzecook
Country Harbour
Ecum Secum
Guysborough
Liscomb
Marie Joseph
Musquodoboit
Newcombe Brook
Neils Harbour
Port Dufferin
Rocky Run, lac Porters
Saint Mary's
Salmon, comté de Guysborough
Salmon, comté d'Halifax
Ship Harbour, lac Charlotte
Tangier
Three Fathom Harbour
Rivière West, Sheet Harbour

La pêche de l'anguille de grande taille a lieu dans les eaux de marée et les eaux sans marée (figures 7a et 7b). La pêche de la civelle a lieu près des eaux de marée ou à la limite de marée. On doit supposer que les anguilles sont présentes près des côtes et dans les eaux sans marée adjacentes à des sites de croissance de poissons à nageoires en milieu marin (ou dans certains cas à l'intérieur de ces sites) qui sont proposés ou existants dans les régions côtières des comtés d'Halifax et de Guysborough. La pêche de la civelle est autorisée dans plusieurs bassins versants qui se trouvent dans les comtés d'Halifax et de Guysborough (tableau 4). Il serait possible de pêcher l'anguille de grande taille dans tous les autres plans d'eau.

Des attributs écologiques éventuellement importants comprennent les voies migratoires des civelles en recrutement et des adultes de mer, de même que la modification de l'habitat dans les environs immédiats des sites aquacoles de croissance pour les anguilles jaunes en mer.

Tableau 4. Liste de bassins versants dans les comtés d'Halifax et de Guysborough, en Nouvelle-Écosse, où des permis ont été délivrés pour autoriser la pêche de l'anguille d'Amérique juvénile (anguillette).

Nom de la rivière
Rivière Chezzetcook
Rivière Moser
Rivière East, Sheet Harbour
Rivière West, Sheet Harbour
Rivière Salmon, Port Dufferin
The Ponds, Spry Harbour
Rivière Liscomb
Ruisseau Geggogin
Ruisseau Gaspereau
Rivière St. Mary's
Rivière Salmon
Rivière Country Harbour
Ruisseau Spanish Bay
Le ruisseau s'écoulant du lac Indian Harbour jusqu'à Port Hilford

De manière générale, les prises et l'effort de la pêche de l'anguille de petite et grande taille dans les comtés d'Halifax et de Guysborough sont faibles comparativement à d'autres secteurs de pêche de l'anguille dans la région des Maritimes. Cette situation est due au fait que bon nombre des plans d'eau partout dans ce secteur sont mis en « jachère », c'est-à-dire qu'aucune pêche n'est permise pendant des périodes prolongées, car on pense que ces périodes de mise en jachère aident à maintenir le potentiel de reproduction de l'anguille d'Amérique, une espèce panmictique découlant d'un stock unique. Les zones de pêche mises en jachère sont reconnues dans l'ébauche du Plan de gestion de l'anguille d'Amérique à l'échelle nationale comme ayant une valeur de conservation importante.

Autres espèces diadromes

Le bar rayé devrait se trouver dans la zone, mais en faible quantité, car il n'y a aucune population indigène le long de la côte est de la Nouvelle-Écosse. Les poissons migrateurs ou en phase d'alimentation viendraient d'ailleurs en Nouvelle-Écosse et de populations éloignées.

Le corégone atlantique est en voie de disparition (annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*) et la seule population se trouve dans la Petite Rivière, dans le comté de Lunenburg, en Nouvelle-Écosse (MPO, 2006). L'ancienne aire de répartition de l'espèce a pu s'étendre jusqu'à la côte est de la Nouvelle-Écosse. On ne signale aucune population de corégone atlantique sur la côte est. La phase migratoire en milieu marin du corégone est probablement limitée quant à l'aire de répartition, alors il est peu probable que des poissons de la côte sud de la Nouvelle-Écosse se trouvent dans la zone du site proposé.

Un nombre restreint d'esturgeons noirs a été signalé sur la côte est de la Nouvelle-Écosse. Il n'y a aucune population d'esturgeons noirs à cet endroit, et les esturgeons noirs observés à cet endroit étaient en phase migratoire trophique. La probabilité que des esturgeons soient observés dans la zone du site d'aquaculture proposé est faible.

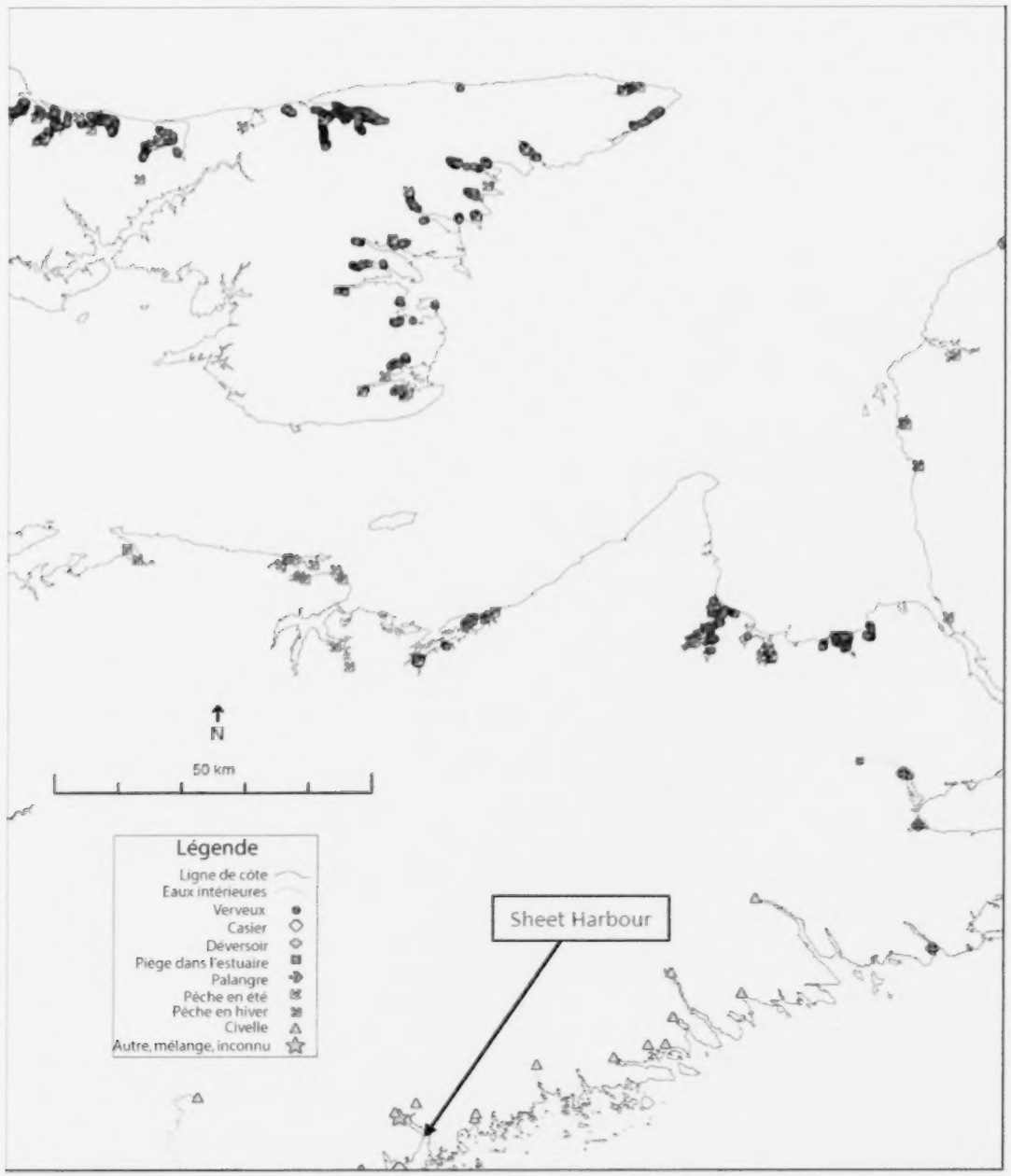

Figure 7a. Emplacements de pêche de l'anguille à Block U entre 2006 et l'hiver 2010 (partie sud du golfe) et entre 2005 et 2007 (Scotia-Fundy). Source : David Cairns, région du Golfe de Pêches et Océans Canada, données non publiées. Comprend la zone de la côte est de la Nouvelle-Écosse à partir de la rivière Country Harbour (en bas à droite) jusqu'à Sheet Harbour (en bas).

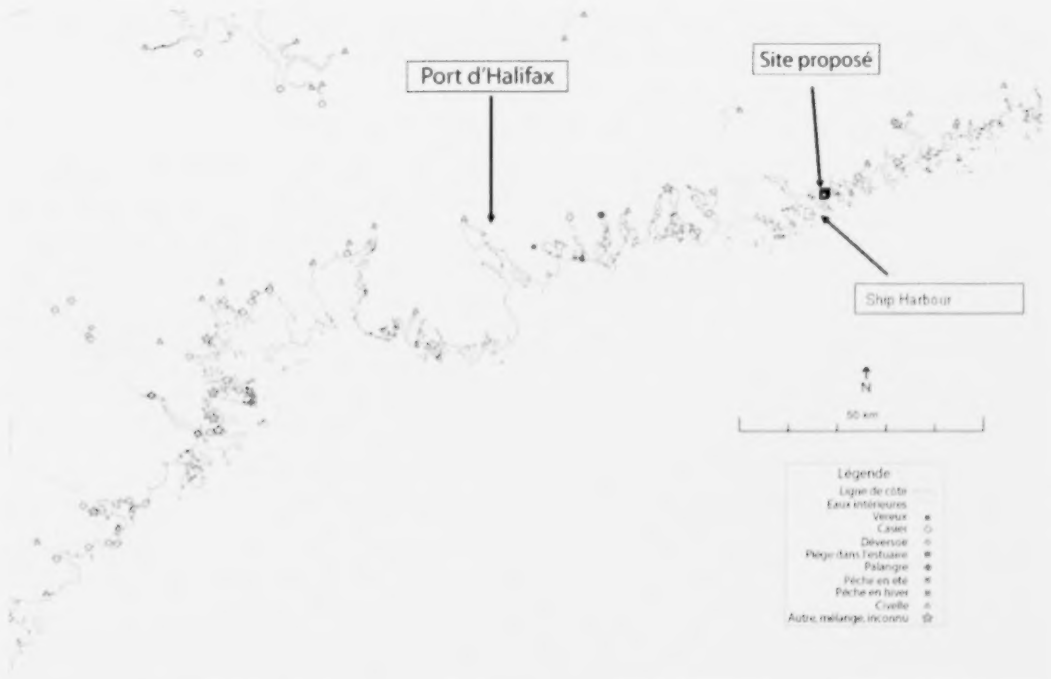

Figure 7b. Emplacements de pêche de l'anguille à Block U entre 2006 et l'hiver 2010 (partie sud du golfe) et entre 2005 et 2007 (Scotia-Fundy). Source : David Cairns, région du Golfe de Pêches et Océans Canada, données non publiées. Comprend la zone de la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse à partir de Sheet Harbour jusqu'à l'ouest d'Halifax. La zone approximative du site d'aquaculture proposé est indiquée.

Homard

Les stocks de homard le long de la côte est (zone de pêche du homard [ZPH] 28-32), bien qu'ils soient dans l'une des zones de pêche les plus importantes, sont considérés considérablement plus petits que ceux de Sydney Bight et du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse d'après les statistiques de débarquement respectives (McCullough et al., 2005). Au cours des dernières années, les débarquements de homard et la prise par unité d'effort ont augmenté le long de la côte est de la Nouvelle-Écosse. En 2010, les débarquements dans la zone de pêche du homard 32 (où se trouve la baie Shoal) ont plus que doublé les débarquements médians de 1985 à 2004 et la prise par unité d'effort a aussi augmenté, mais pas aux niveaux des zones de pêche du homard 29, 30 et 31 (MPO, 2011c). La saison de pêche du homard dans la zone 32 se déroule du 19 avril au 20 juin de chaque année (MPO, 2011c).

Caractéristiques de l'habitat

La géologie et la géomorphologie du littoral déterminent en grande partie les caractéristiques de l'habitat du homard, ainsi que l'axe d'orientation du littoral (orientation par rapport aux vents dominants) et son degré de complexité (présence d'îles, de petits fonds et de baies). En général, la région est très complexe sur le plan topographique en raison de ses nombreuses îles et cette complexité topographique s'étend jusque dans la zone subtidale (Greenlaw et al., 2012). La zone a été divisée en secteurs de substrat rocheux apparent avec des concentrations de sédiments ou en secteurs avec une couche plus épaisse de la couverture de sédiments fins. Toutefois, il y aura des zones beaucoup plus précises de substrat rocheux avec

des concentrations de sédiments qui ont été classées comme un substrat fin et vice versa (figure 8). Les îles d'un côté ou l'autre de la baie Shoal cloisonne cette zone comme un bras de mer, ce qui entraîne le dépôt de sédiments dans le canal ou le bassin qui forme le secteur entre les îles. Cette situation se répète pour de nombreux « bras » dans la région, y compris Outer Ship Harbour, Tangier Harbour, Popes Harbour, Spry Bay et Mushaboom Harbour.

Greenlaw et al. (2012) laissent croire que le sédiment superficiel sous-jacent du site d'aquaculture proposé sera probablement de boue, de boue sableuse ou de sable. Cette hypothèse a ensuite été appuyée par les séquences vidéo du substrat prises sous l'eau au site. Bien que la qualité de la vidéo soit faible, elle démontre que l'habitat du fond de la baie Shoal est formé principalement de limon et d'argile avec un peu de rides de sable et de cailloux. La zone a, dans l'ensemble, une mince couche de ce type de sédiment qui couvre le substrat rocheux. On ne connaît pas l'épaisseur générale de la couche des sédiments sous-jacents, mais on prévoit qu'elle varie selon la profondeur de la zone comparativement à la topographie environnante et aux régimes de courants. La zone de sédiments fins est entourée de substrat rocheux apparent avec des concentrations de sédiments dans les eaux peu profondes.

Hudon (1994) a laissé entendre que les homards aiment habituellement les zones plus exposées avec un littoral rectiligne plutôt que des échancrures complexes généralement caractérisées par des fonds vaseux. Cependant, cette affirmation générale ne signifie pas que les fonds vaseux ne sont pas importants dans certaines zones, ou pour certains stades et événements du cycle de vie. Les homards peuvent creuser des terriers dans les fonds vaseux pouvant servir d'abri; les fonds vaseux peuvent être davantage utilisés à certains moments de l'année, comme pendant les migrations de printemps et d'automne. Même si les vidéos prises le 11 avril 2012 sont d'une qualité variable et empêchent une analyse quantitative de l'utilisation de l'habitat, il est évident que de nombreux terriers sont présents. Toutefois, on ne sait pas quelles espèces ont créé ces terriers ou les utilisent. La plupart des terriers semblaient vides, mais il a été possible de voir un crustacé à deux pinces (possiblement un homard juvénile) dans un terrier. L'échantillonnage par appareil respiratoire autonome de plongée (ARAP) serait probablement nécessaire pour obtenir des renseignements sûrs concernant les espèces qui vivent dans les terriers. Un autre problème majeur associé au relevé vidéo est qu'il a été fait en avril. Des observations faites par des scientifiques de Pêches et Océans Canada concernant un plancher océanique semblable composé de sédiments fins dans d'autres régions des Maritimes ont permis d'obtenir beaucoup de renseignements sur l'usage d'habitats importants entre la fin du printemps et le début de l'automne (Lawton, *comm. pers.*, 2012). Il faut des activités de relevés plus appropriées à la saison afin de bien documenter les habitats potentiels du homard.

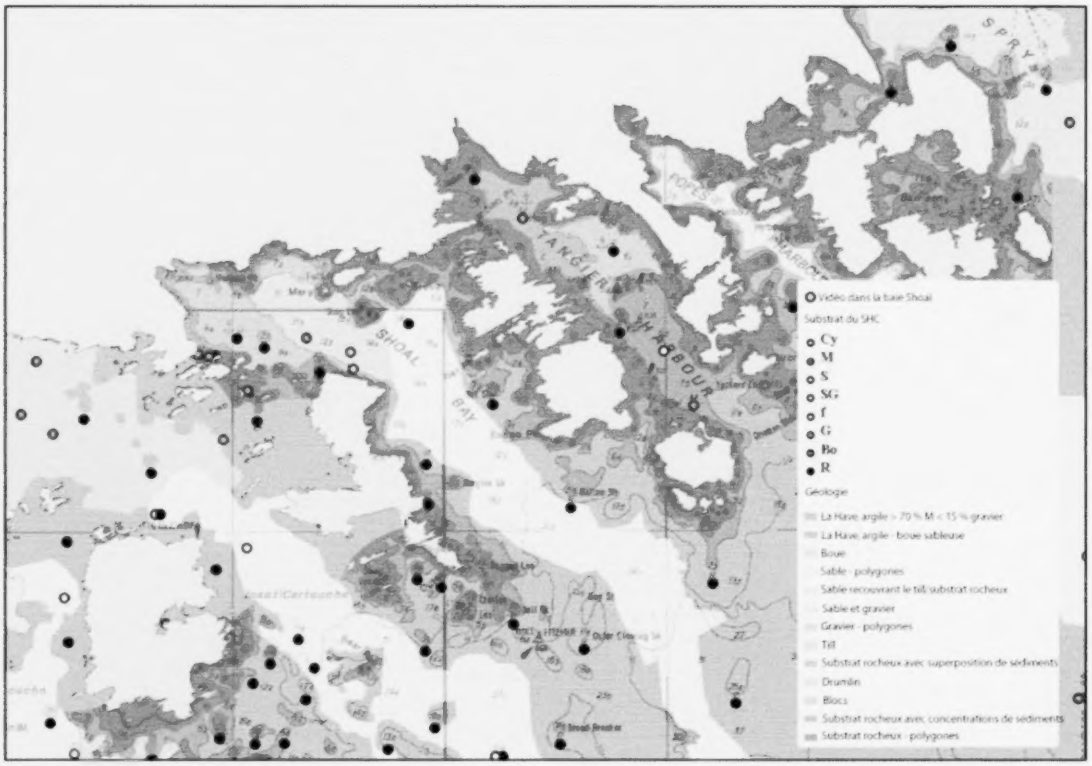

Figure 8. Classification du substrat superficiel sous-jacent dans les environs du site d'aquaculture proposé. Un modèle altimétrique numérique créé à l'aide des caractéristiques du substrat et des sondages du Service hydrographique du Canada (SHC) numérisés à partir des cartes du Service hydrographique du Canada a été utilisé pour créer la couche dans cette zone. Le niveau de confiance à l'égard de cette interprétation est de 7 sur 10.

Phase planctonique des homards

Peu d'études portent sur la répartition des larves de homards sur la côte est de la Nouvelle-Écosse. Une étude à Jeddore Harbour (zone de pêche du homard 32) indique que des larves de homard à l'étape I ont été observées de juillet à la fin septembre, le point culminant ayant été atteint au cours des trois premières semaines d'août (Dibacco et Pringle, 1992). Cette étude laisse croire que la disparition des larves entre l'intérieur et l'extérieur du port est une possibilité. Il est probable qu'il y ait une aire de répartition des modèles de dispersion et de rétention selon l'emplacement et les vents saisonniers. Des modèles physiques et biologiques pour évaluer la dispersion et la rétention sont en cours d'élaboration.

La plupart du temps, l'abondance maximale est prévue de la mi-juillet à la mi-août (Tremblay et Sharp, 1987; Miller, 1997). Des études sur le terrain réalisées dans différentes zones indiquent que la répartition verticale des larves de homard varie selon le moment de la journée et le stade de développement des larves. Il est fort probable de trouver des larves de homard de juillet à la fin septembre dans une grande partie de la baie Shoal; il n'est toutefois pas possible de définir l'abondance relative des larves dans les zones du site d'aquaculture proposé. Pour ce faire, il faudrait mener une étude sur le terrain de la répartition saisonnière des larves planctoniques de homard.

Une étude sur le terrain évaluant la maturité des homards femelles à Tangier, en Nouvelle-Écosse, a été menée toutes les deux semaines entre mai et juin 2010 (526 homards) et 2011 (864 homards) pendant la saison de pêche du homard printanière. Les homards œuvés (portant les œufs) sont des femelles matures qui ont toujours été observés à un taux variant de 26 %, en 2010, à 17 %, en 2011) (Silva, *comm. pers.*, 2012). Toutes les femelles œuvées auraient relâché leurs larves au cours du même été. De telles études pourraient aussi servir d'indicateur de la présence à venir des larves de homard dans les environs du site proposé.

Homards nouvellement fixés

Au cours du stade postlarve, les homards quittent les eaux superficielles et commencent à se fixer au plancher océanique. Ils préfèrent les substrats qui offrent un abri, en particulier dans les fonds marins durs avec des galets. Une fois que les postlarves trouvent un habitat adéquat, elles ont tendance à rester près de l'abri pour éviter les prédateurs. D'après les séquences vidéo du fond marin prises sous l'eau et la classification des sédiments dans la zone du site d'aquaculture proposé (Greenlaw et al., 2012), l'habitat du fond marin semble être de piètre qualité pour la fixation des homards. On ne peut écarter la possibilité que certaines concentrations de galets du fond puissent offrir un abri aux homards qui viennent de se fixer. Cependant, l'ensemble de l'habitat favorable à la fixation des homards semble être de piètre qualité.

Homards adolescents et adultes

La taille de la population de homard autour de la baie Shoal n'est pas bien connue, toutefois, les débarquements de la pêche représentent le meilleur indicateur disponible comme on suppose qu'ils reflètent l'abondance dans les pêches du homard fortement exploitées (Tremblay et Claytor, 2009). Ces dernières années, les débarquements de pêche du homard ont augmenté dans l'est de la Nouvelle-Écosse. Les données sur les débarquements de homard provenant de la zone de pêche du homard 32 sont tirées des journaux de bord obligatoires remplis par les pêcheurs commerciaux. Les pêcheurs déclarent le poids de leurs captures quotidiennes, leur effort de pêche quotidien (nombre de casiers levés) et les lieux de leurs captures. Dans la baie Shoal, une partie des débarquements provient des quadrilatères 326 et 327 et le site d'aquaculture proposé se situe dans les quadrilatères 326 et 327 (figure 9 et tableau 5)

Entre 2006 et 2011, les débarquements de homard des quadrilatères 326 et 327 ont représenté de 13 à 21 % des débarquements déclarés pour la zone de pêche du homard 32. Les quadrilatères 326 et 327 avaient un classement moyen respectif de 5,7 et de 3,2 parmi les huit quadrilatères de la zone de pêche du homard 32. D'après les renseignements disponibles, il n'est pas possible d'estimer la proportion de débarquements de homard des quadrilatères 326 et 327 provenant des zones environnant le site d'aquaculture proposé, étant donné que les homards ne sont pas répartis de manière uniforme sur l'ensemble du quadrilatère.

Étant donné que de nombreuses études ont indiqué que les homards se déplacent vers des eaux moins profondes et plus chaudes en été, il est possible de généraliser et de conclure que des baies semblables au sud-est de la Nouvelle-Écosse connaissent des concentrations élevées en été. Cependant, il n'existe aucune estimation de la densité des homards dans la zone proposée.

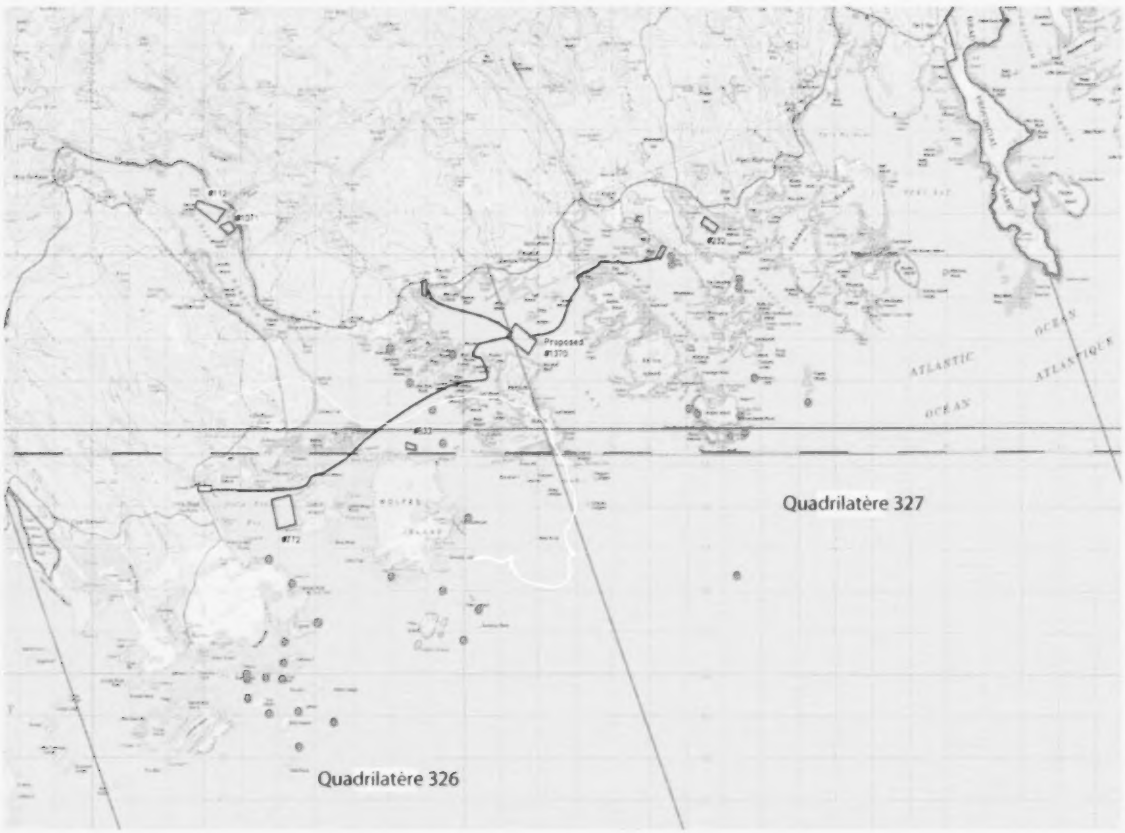

Figure 9. Emplacements approximatifs du site d'aquaculture par rapport aux quadrilatères des journaux de bord des homardiers commerciaux (lignes rouges) de la zone de pêche du homard 32 et aux sites d'échantillonnage de la Loi sur les espèces en péril (points rouges).

Tableau 5. Débarquements estimatifs de homard en tonnes (t) d'après les journaux de bord obligatoires. Il s'agit des débarquements annuels (des années civiles 2006 à 2011) en provenance des quadrilatères 326 et 327 situés dans la zone de pêche du homard 32 (voir l'emplacement des quadrilatères à la figure 9). Le tableau indique aussi pour chaque année la place (classée de faible [8] à élevée [1]) qu'occupent les débarquements de homard des quadrilatères 326 et 327 et la proportion qu'ils représentent par rapport à la zone de pêche du homard (ZPH) 32.

Saison	Débarquements (t) par quadrilatère		Quadrilatère 326		Quadrilatère 327	
	Quadrilatère 326	Quadrilatère 327	Classement sur 8 par débarquement pour la ZPH 32	Proportion des débarquements de la ZPH 32 (%)	Classement sur 8 par débarquement pour la ZPH 32	Proportion des débarquements de la ZPH 32 (%)
2006	33,3	40,7	5	6 %	4	7 %
2007	23,0	56,0	8	4 %	3	9 %
2008	56,1	71,5	6	8 %	4	10 %
2009	66,0	93,4	5	8 %	3	11 %
2010	53,8	69,5	6	8 %	2	11 %
2011	72,2	79,7	4	10 %	3	11 %

Ressources halieutiques supplémentaires

Il y a peu de renseignements disponibles concernant l'utilisation potentielle de l'habitat ainsi que l'habitat essentiel ou important relatif aux crabes, aux poissons de fond, aux palourdes, aux pétoncles, aux oursins et toute autre espèce importante dans les environs du site d'aquaculture proposé.

Le quahog nordique préfère les zones constituées principalement de sable à grains fins ou moyens (Cargnelli et al., 1999). Bien qu'on ne puisse écarter la possibilité que certaines concentrations de l'habitat préféré du quahog nordique se trouvent dans les environs du site, d'après les séquences vidéo du fond marin prises sous l'eau et la classification des sédiments dans la zone du site d'aquaculture proposé (Greenlaw et al., 2012), l'habitat du fond marin semble être de piètre qualité pour le quahog nordique.

Compte tenu du moratoire continu visant les poissons de fond dans la zone de la baie Shoal, il y a peu de renseignements à jour disponibles sur la pêche commerciale. Toutefois, Pêches et Océans Canada a réalisé, en 2006, un relevé des pêches sentinelles sur les poissons de fond dans les environs du site d'aquaculture proposé. Bien que ce relevé ne fournisse pas des estimations sur l'abondance des poissons de fond propres à l'emplacement du site, plusieurs espèces de poissons de fond ont fait l'objet d'un échantillon dans les environs du site d'aquaculture proposé, notamment le loup atlantique, le loup tacheté (son statut selon la *Loi sur les espèces en péril* est qu'il est « menacé »), le brosme (évalué comme étant menacé selon le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada [COSEPAC]), la plie canadienne, la grande raie, la raie épineuse, la morue, le chaboisseau à dix-huit épines, le sébaste, la merluche blanche et le merlu argenté.

Pêches et Océans Canada a aussi recueilli des renseignements sur les prises accessoires pour la zone de pêche du homard 32 pendant l'échantillonnage en vertu de la *Loi sur les espèces* en 2010 (tableaux 6 et 7). Bien que ce relevé ne fournisse pas des estimations sur l'abondance des espèces propres à l'emplacement du site, plusieurs espèces ont fait l'objet d'un échantillon dans les environs du site d'aquaculture proposé, notamment le crabe nordique, le crabe commun, le crabe vert, le bernard l'ermite, le chabot, le chaboisseau à dix-huit épines, la morue, la plie rouge, la lompe, le poulamon atlantique, l'étoile de mer et le baret (Pezzack, *comm. pers.*, 2012).

Tableau 6. Espèces capturées dans les casiers à homards exprimées en kg par 100 kg de débarquements de homards. Les prises gardées représentent les espèces gardées légalement à titre d'appât. Les rejets de homard représentent les homards de petite taille, les femelles œuvées et les femelles marquées d'un V.

kg par 100 kg de débarquements de homards	Total dans les casiers	Rejets	Gardés
Homard	179	79	100
			Appâts
Crabe nordique	4,96	0,95	4,02
Chabot	2,36	0,00	2,36
Chaboisseau à dix-huit épines	1,34	1,34	
Crabe commun	1,10	0,55	0,55
Crabe vert	0,95	0,95	
Morue	0,87	0,87	
Plie rouge	0,71	0,71	
Bernard l'ermite	0,32	0,32	
Lompe	0,32	0,32	
Poulamon atlantique	0,16	0,16	
Étoile de mer	0,08	0,08	
Baret	0,08	0,08	
Total	192	85	107

Tableau 7. Les espèces capturées dans les casiers de homards exprimées en pourcentage du poids total de prises dans le casier de homard (toutes les espèces).

Homard	93,1 %
Crabe nordique	2,58 %
Chabot	1,23 %
Chaboisseau à dix-huit épines	0,70 %
Crabe commun	0,57 %
Crabe vert	0,49 %
Morue	0,45 %
Plie rouge	0,37 %
Bernard l'ermite	0,16 %
Lompe	0,16 %
Poulamon atlantique	0,08 %
Étoile de mer	0,04 %
Baret	0,04 %

Le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse connaît une activité réduite de pêche commerciale de pétoncles. Les données des journaux de bord relatives à cette pêche n'indiquent pas si la pêche du pétoncle est pratiquée à l'intérieur de la baie Shoal (figure 10); toutefois, la base de données du Système d'information sur les pêches des Maritimes ne contient que les données de journaux de bord de 2001 à ce jour. Les pétoncles géants se trouvent généralement dans les fonds marins constitués de substrats de sable ferme, de gravier, de coquilles et de galets. Le site proposé a un fond marin constitué surtout de boue, de boue sableuse ou de sable. Bien que les pétoncles soient probablement présents à proximité du site d'aquaculture proposé, il n'existe actuellement aucune donnée sur la répartition ou aucune estimation de la densité.

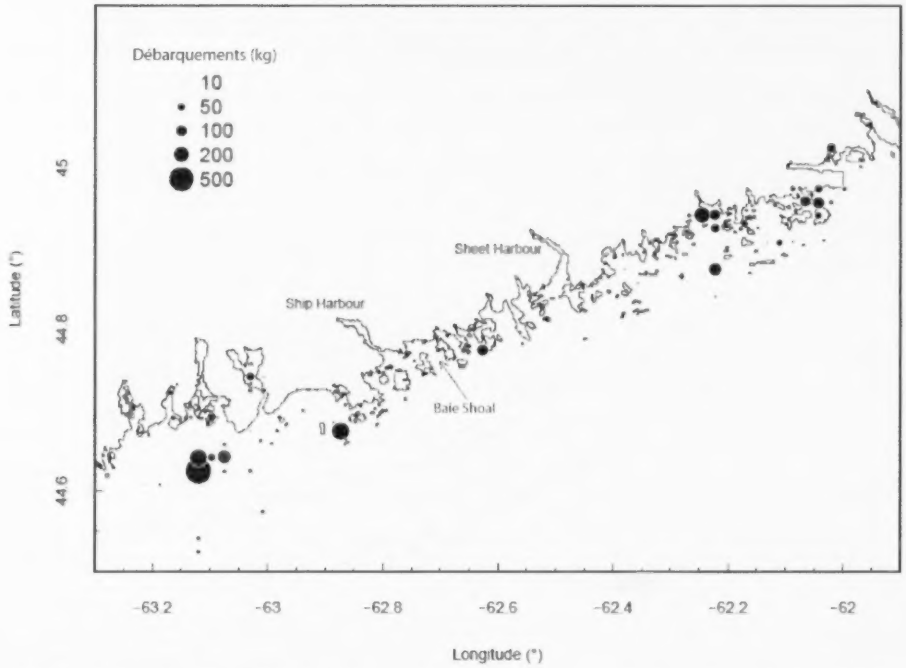

Figure 10. Débarquements de pétoncles signalés dans les données des journaux de bord d'octobre 2002 à janvier 2012. Les débarquements sont groupés par carrés d'une minute de côté.

Le hareng se reproduit principalement à l'automne dans les eaux côtières peu profondes de baies et de bras le long de la côte du comté d'Halifax. Il semblerait que le hareng se reproduit dans les zones de Peggy's Cove à Pennant Point, près de Chebucto Head, et de Lawrencetown à Jeddore, bien qu'aucun emplacement de frai ne soit mentionné dans les régions plus à l'est du comté d'Halifax, y compris la zone de la baie Shoal (Trippel *rapport non publié*). Toutefois, dans une étude antérieure, Crawford (1978) souligne que le frai a lieu plus à l'est, avec des zones de frai indiquées à moins de 8 km du site d'aquaculture proposé autour des zones d'Owl's Head et de Tanger Island.

Selon des connaissances écologiques traditionnelles (CET), Trippel (*rapport non publié*) a aussi indiqué une grande zone entre East Head et Taylor Head, englobant la baie Shoal, où se trouveraient des aiglefins juvéniles. Les connaissances écologiques traditionnelles indiquent que ces zones où se trouvent des aiglefins juvéniles ont déjà été plus étendues et contenaient plus de juvéniles.

Autres considérations

Même si cette étude vise à donner des conseils quant au site d'aquaculture de poissons à nageoires proposé dans la baie Shoal, il est important de noter que le site de la baie Shoal est l'un des trois sites qui sont proposés par Snow Island Salmon Ltd. (une filiale de Loch Duart) en ce qui concerne la côte est de la Nouvelle-Écosse. Les sites traditionnels sont proposés pour Spry Harbour et Beaver Harbour, qui sont à 10 km et à 30 km, respectivement, du site de la baie Shoal. En raison de la proximité des trois sites les uns des autres, il peut y avoir des interactions entre eux. Par conséquent, les effets cumulatifs potentiels de ces trois sites devraient être considérés, dans la mesure du possible, dans l'évaluation axée sur la zone proposée pour la côte est (2012-2013).

Conclusion

Enrichissement organique

Lorsqu'il n'y a pas de remise en suspension et en utilisant le taux d'alimentation maximal proposé, le modèle DEPOMOD prévoit une grande zone (41 800 m^2) avec des taux de dépôt de plus de 5 g C m^{-2} d^{-1}, y compris une zone de 16 700 m^2 avec des taux de dépôt supérieurs à 10 g C m^{-2} d^{-1} (des taux de dépôt qui pourraient mener à l'anoxie des sédiments, d'après les relations établies par Hargrave et al. (2008) et Hargrave (2010). En utilisant le taux d'alimentation moyen proposé (et lorsqu'il n'y a pas de remise en suspension), certaines zones ont des effets élevés (zone de 3 300 m^2 avec des taux de dépôt supérieurs à 5 g C m^{-2} d^{-1}), mais aucune n'a des taux de dépôt supérieurs à 10 g C m^{-2} d^{-1}.

S'il y a remise en suspension, le modèle DEPOMOD prévoit une certaine réduction de la quantité de dépôts dans le domaine du modèle, mais que des grandes zones auront des taux de dépôt élevés en utilisant le taux d'alimentation maximal.

Une réduction considérable du taux d'alimentation et du niveau de stock serait nécessaire pour maintenir le taux de dépôt inférieur ou égal à 5 g C m^{-2} d^{-1} dans toutes les cellules de la grille du domaine du modèle au moment de l'alimentation la plus intense (lorsque la biomasse de poissons est au point le plus élevé) au site, selon les prévisions du modèle DEPOMOD avec et sans remise en suspension.

Les conclusions susmentionnées sont tirées de l'hypothèse selon laquelle le relevé du courantomètre est représentatif de la zone d'intérêt et les taux de dépôt prévus sont liés aux concentrations de sulfures et d'oxygène dans les sédiments, comme l'indique Hargrave (2010).

Interactions du saumon sauvage

Le site d'aquaculture proposé se trouve dans l'unité désignable de saumon de l'Atlantique des hautes terres du Sud. Le saumon de l'Atlantique des hautes terres du Sud a été évalué comme une espèce en voie de disparition par le COSEPAC en novembre 2010. Toutes les préoccupations relatives aux interactions entre le saumon sauvage de l'Atlantique et l'aquaculture marine soulevées auparavant par le secteur des Sciences de Pêches et Océans Canada, région des Maritimes, dans le cadre de l'examen des sites aquacoles proposés pour le Shelburne Harbour (MPO, 2012b) pourraient être soulevées dans l'examen du site proposé dans la baie Shoal.

Les indices disponibles laissent entendre que l'abondance du saumon de l'Atlantique est très faible dans l'unité désignable des hautes terres du Sud et en baisse par rapport aux niveaux observés dans les années 1980. L'abondance relative est informative, tant sur le plan de la comparaison aux abondances historiques que sur celui de la tolérance aux menaces qui peuvent peser sur les populations. Les données annuelles sur l'abondance d'adultes dans quatre rivières démontrent une baisse de 88 % à 99 % par rapport à l'abondance observée dans les années 1980. Les comparaisons dans toute la région des données sur la densité de la population de juvéniles provenant de plus de 50 rivières indiquent d'importants déclins continus entre les années 2000 et 2008-2009. Elles fournissent aussi des preuves pour des extirpations qui se sont produites dans certaines rivières. En plus des effets continus de l'acifidication, les déclins contemporains dans les rivières non acides indiquent que d'autres facteurs (y compris les espèces de poissons envahissantes, les barrages, les déviations de cours d'eau et les structures permanentes, le braconnage ou activités de pêche illégales, les changements de

l'écosystème marin et la salmoniculture) auraient aussi des répercussions négatives sur les populations. Les menaces pour les populations ont été déterminées dans l'évaluation du potentiel de rétablissement et, lorsque les populations sont faibles et en déclin, comme c'est clairement le cas pour les populations de saumon dans ce secteur, ces menaces contribueraient à accélérer l'éventuelle disparition des populations si elles ne sont pas atténuées.

La répartition et l'aire de répartition du saumon de l'Atlantique des terres hautes du Sud ont été partiellement évaluées à l'aide de relevés par pêche à l'électricité des saumons de l'Atlantique juvéniles, dont les plus récents ont été effectués dans les terres hautes en 2008 et en 2009. Des saumons juvéniles ont été observés dans 21 des 54 rivières faisant l'objet d'un relevé, y compris plusieurs rivières situées à moins de 25 à 50 km du site d'aquaculture proposé. On suppose que le frai a lieu au moins dans les rivières où des juvéniles ont été repérés.

Des recherches récentes basées sur le marquage acoustique laissent entendre que les populations du saumon de l'Atlantique des terres hautes du Sud ne font pas une utilisation accrue des milieux marins, soit sous forme de saumoneaux ou de charognards. Les temps de séjour observés pour le saumon des terres hautes du Sud sont de 1 à 8 jours par km d'habitat pour les saumoneaux dans les estuaires, et de 3 à 32 jours dès le relâchement jusqu'à l'arrivée dans la haute mer pour les charognards. Les renseignements sur la profondeur tirés des charognards marqués indiquent que ces derniers se trouvent essentiellement près de la surface, mais qu'ils s'aventurent un peu vers le fond. On a émis l'hypothèse qu'un tel comportement pourrait être associé à l'alimentation et à la recherche de proies, ou encore à l'adaptation au stress psychologique de retourner dans l'eau de mer. L'utilisation de types d'habitat particuliers dans les estuaires par les saumoneaux, les adultes et les charognards est relativement inconnue pour les populations des terres hautes, mais la disponibilité de l'habitat n'est pas considérée comme étant restrictive.

Les données de marquage semblent indiquer que le saumon de l'Atlantique des terres hautes est très répandu dans les habitats marins côtiers pendant sa première année de vie, en particulier pendant les mois d'été, et que les régions côtières de la Nouvelle-Écosse demeurent l'habitat du saumon pendant l'hiver. En raison de la variabilité exprimée en cycle de remonte, entre les populations et à l'intérieur d'une même population, il est probable qu'il existe une variabilité semblable dans le déplacement du saumon de l'Atlantique des terres hautes du Sud dans les milieux littoraux de l'Atlantique Nord-Est, ce qui signifie que la répartition marine (et, par conséquent, l'utilisation de l'habitat) ne peut pas être délimitée clairement sur une base saisonnière.

Une évaluation du potentiel de rétablissement pour l'unité désignable de saumon de l'Atlantique des hautes terres du Sud a été réalisée en mai 2012. Des efforts de conservation et rétablissement du saumon de l'Atlantique déjà en cours sur la côte est de la Nouvelle-Écosse pourraient réduire les risques de disparition et devraient être considérés pendant une évaluation des développements proposés.

Habitat du poisson et autres populations de poisson

Plusieurs rivières de la côte est de la Nouvelle-Écosse (comtés d'Halifax et de Guysboroug), y compris certaines rivières près du site d'aquaculture proposé, abritent des populations de gaspareaux. La pêche commerciale est active dans certaines de ces rivières. La pêche a lieu dans les eaux de marée et les eaux sans marée.

L'anguille d'Amérique adulte se trouve dans les eaux de marée et les eaux sans marée dans les environs du site. La pêche de civelles d'anguille d´Amérique a lieu près des eaux de marée ou à la limite de marée. On doit supposer que les anguilles sont présentes près des côtes et dans les eaux sans marée adjacentes à des sites aquacoles (ou dans certains cas à l'intérieur de ces sites) qui sont proposés ou existants dans les régions côtières des comtés d'Halifax et de Guysborough. Dans le cas des anguilles, les attributs potentiellement touchés comprennent les voies migratoires des civelles en recrutement et des adultes de mer, ainsi que la modification de l'habitat dans les environs immédiats des sites aquacoles de croissance pour les anguilles jaunes en mer.

La probabilité que des esturgeons soient observés dans la zone du développement d'aquaculture proposé est faible. La phase migratoire en milieu marin du corégone est probablement limitée quant à l'aire de répartition, alors il est peu probable que des poissons de la côte sud de la Nouvelle-Écosse se trouvent dans la zone du site d'aquaculture proposé. Le bar rayé devrait se trouver dans la zone, mais en faible quantité, car il n'y a aucune population indigène le long de la côte est de la Nouvelle-Écosse.

Il est fort probable de trouver des larves de homard de juillet à la fin septembre dans une grande partie de la baie Shoal; il n'est toutefois pas possible de définir l'abondance relative des larves dans la zone du site d'aquaculture proposé. Pour le savoir, il faudrait mener une étude sur le terrain de la répartition des larves planctoniques de homard. La détermination des homards femelles œuvés (ovigères) dans la zone pendant et après la saison de pêche aiderait aussi à répondre à cette question.

Le sédiment superficiel sous-jacent du site d'aquaculture proposé est probablement de boue, de boue sableuse ou de sable. De nombreux terriers ont été observés dans les séquences vidéo, mais on ne sait pas ce quelles espèces ont créé ces terriers ou les utilisent. On ne peut écarter la possibilité que certaines concentrations de galets du fond puissent offrir un abri aux homards qui viennent de se fixer. Cependant, d'après les séquences vidéo du fond marin prises sous l'eau et la classification des sédiments dans la zone du site d'aquaculture proposé, l'habitat du fond marin semble être de piètre qualité pour la fixation des homards.

La taille de la population de homard autour de la baie Shoal n'est pas bien connue, toutefois, ces dernières années, les débarquements de la pêche de homard ont augmenté dans l'est de la Nouvelle-Écosse. Bien que les homards adolescents et adultes soient vraiment présents dans les environs du site à divers moments de l'année, d'après les renseignements disponibles, il n'est pas possible d'estimer la proportion des débarquements de homard qui peuvent provenir de cette zone, étant donné que les homards ne sont pas répartis de manière uniforme. D'autres études sur le terrain seraient requises pour déterminer l'importance des zones pour les homards adultes et adolescents par rapport aux zones avoisinantes.

Bien qu'on ne puisse écarter la possibilité que certaines concentrations de l'habitat préféré du quahog nordique se trouvent dans les environs du site, d'après les séquences vidéo du fond marin prises sous l'eau et la classification des sédiments dans la zone du site d'aquaculture proposé, l'habitat du fond marin semble être de piètre qualité pour le quahog nordique.

Le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse connaît une activité réduite de pêche commerciale de pétoncles. Bien que les pétoncles soient probablement présents à proximité du site d'aquaculture proposé, il n'existe actuellement aucune donnée sur la répartition ou aucune estimation de la densité. Les pétoncles géants se trouvent généralement dans les fonds marins constitués de substrats de sable ferme, de gravier, de coquilles et de galets. D'après les

séquences vidéo du fond marin prises sous l'eau et la classification des sédiments dans la zone, l'habitat du fond marin semble être de piètre qualité pour les pétoncles.

En raison du moratoire existant visant les poissons de fond, il y a peu de renseignements à jour disponibles sur la pêche commerciale dans les environs du site d'aquaculture proposé. Toutefois, des relevés et des données sur les prises accessoires ont noté la présence de nombreux poissons et invertébrés, notamment le loup atlantique, le loup tacheté (son statut selon la *Loi sur les espèces en péril* est qu'il est « menacé »), le brosme (évalué comme étant menacé selon le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada [COSEPAC]), la plie canadienne, la plie rouge, la grande raie, la raie épineuse, la lompe, le poulamon atlantique, la morue, le chaboisseau à dix-huit épines, le sébaste, la merluche blanche, le merlu argenté, le baret, le crabe nordique, le crabe commun, le crabe vert, le bernard l'ermite et l'étoile de mer.

Collaborateurs

Nom	*Organisme d'appartenance*
R. Bradford	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
B. Chang	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
R. Claytor	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
C. Denton	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
T. Floyd	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
D. Hardie	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
B. Hubley	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
J. Gibson	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
M. Greenlaw	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
B. Hubley	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
C. Jacobi	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Gestion de l'habitat
E. Kennedy	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
P. Lawton	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
R. Losier	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
M. McLean	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Gestion de l'habitat
S. O'Neil	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
F. Page	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
E. Parker	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Gestion de l'habitat
D. Pezzack	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
T. Rose-Quinn	Région des Maritimes du Pêches et Océans Canada, Gestion des pêches
A. Silva	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
J. Tremblay	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences
C. Webster	Région des Maritimes du Pêches et Océans Canada, Gestion des pêches
T. Worcester	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Sciences

Approuvé par

Alain Vézina
Directeur régional, Sciences
Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Téléphone : 902-426-3490

Date : Le 6 juillet 2012

Sources de renseignements

Allen, K.R., et Lindsey, J.K. 1967. Commercial catches of Atlantic salmon in the Maritimes Area 1949-1965. Fish. Res. Board Can. Tech. Rep. 29. 143 p.

Bernstein, B.B., and Campbell, A. 1983. Contribution to the development of methodology for sampling and tagging small juvenile lobsters (*Homarus americanus*). Can. Man. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1741.

Cargnelli, L., Griesbach, S.J., Packer, D.B., and Weissberger, E. 1999. Ocean Quahog, *Arctica islandica*, life history and habitat characteristics. NOAA Tech. Memo. NMFS-NE-148.

Chamberlain, J., and Stucchi, D. 2007. Simulating the effects of parameter uncertainty on waste model predictions of marine finfish aquaculture. Aquaculture 272: 296-311.

Chamberlain, J., Stucchi, D., Lu, L., and Levings, C. 2005. The suitability of DEPOMOD for use in the management of finfish aquaculture sites, with particular reference to Pacific Region. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2005/035. ii + 53 p. Accès : http://www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/DocREC/2005/RES2005_035_e.pdf (consulté en avril 2012).

COSEPAC. 2010. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le Saumon atlantique *Salmo salar* (Population du Nunavik, Population du Labrador, Population du nord-est de Terre-Neuve, Population du sud de Terre-Neuve, Population du sud-ouest de Terre-Neuve, Population du nord-ouest de Terre-Neuve, Population de l'est de la Côte-Nord du Québec, Population de l'ouest de la Côte-Nord du Québec, Population de l'île d'Anticosti, Population de l'intérieur du Saint-Laurent, Population du lac Ontario, Population de la Gaspésie-sud du golfe Saint-Laurent, Population de l'est du Cap-Breton, Population des hautes terres du sud de la Nouvelle-Écosse, Population de l'intérieur de la baie de Fundy, Population de l'extérieur de la baie de Fundy) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa. xiix + 162 p. (http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=357EF835-1) (consulté en juillet 2012).

Crawford, R.H. 1978. A Biological Survey of the Nova Scotia Herring Fishery, 1978. Nova Scotia Department of Fisheries, Resource Utilization Division. Manuscript and Technical Report Series. Project Report No. 7905.

Cromey, C.J., Nickell, T.D., et Black, K.D. 2000. DEPOMOD (v2.2.1) user manual. Scottish Environment Protection Agency, Stirling, UK.

Cromey, C.J., Nickell, T.D., et Black, K.D. 2002. DEPOMOD – modelling the deposition and biological effects of waste solids from marine cage farms. Aquaculture 214: 211-239.

Cutting, R.E. 1984. Summary tables of Recreational and Commercial Atlantic salmon harvests of the Scotia-Fundy Region, 1967-1983. CAFSAC Res. Doc. 84/53.

Dibacco, C., et Pringle, J.D. 1992. Larval lobster (*Homarus americanus*, H. Milne Edwards, 1837) distribution in a protected Scotian Shelf Bay. Journal of Shellfish Research 11(1): 81-84.

Dunfield, R.W. 1974. Types of Commercial Salmon Fishing Gear in the Maritime Provinces – 1971. Environment Canada, Fisheries and Marine Service, Res. Dev. Br. Information Publication No. MAR/N-74-1. 43 p.

Ferguson, G., et Hinks, L. 2007. The West River, Sheet Harbour Acid Rain Mitigation Project. *In:* M. Brylinski and L. Hinks (editors). Proceedings of the Acid rain mitigation workshop. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, NS, May 26-27, 2006, sponsored by: Atlantic Salmon Federation, Nova Scotia Salmon Association, and Environment Canada. pp. 66-68.

Greenlaw, M.E., Gromack, A.G., Basquill, S., MacKinnon, D., Lynds, A., Taylor, B., Utting, D., Hackett, J., Grant, J., Forbes, D., Savoie, F., Berube, D., Connor, K., Johnson, S., Coombs, K., et Henry, R. 2012. A Physiographic Coastline Classification of the Scotian Shelf Bioregion and Environs: The Nova Scotia Coastline and the New Brunswick Fundy Shore. Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/051.

Gibson, A.J.F., Bowlby, H.D., Sam, D.L., et Amiro, P.G. 2010. Review of DFO Science information for Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations in the Southern Upland region of Nova Scotia. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/081.

Hargrave, B.T. 2010. Empirical relationships describing benthic impacts of salmon aquaculture. Aquacult. Environ. Interact. 1: 33-46.

Hargrave, B.T., Holmer, M., et Newcombe, C.P. 2008. Towards a classification of organic enrichment in marine sediments based on biogeochemical indicators. Mar. Poll. Bull. 56: 810-824.

Hubley, P.B., Amiro, P.G., Gibson, A.J.F., Lacroix, G.L., et Reddin, A.M. 2008. Survival and behaviour of migrating Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) kelts in river, estuarine and coastal habitat. ICES Journal of Marine Science 65: 1626-1634.

Hudon, C. 1994. Large-scale analysis of Atlantic Nova Scotia American lobster (*Homarus americanus*) landings with respect to habitat, temperature, and wind conditions. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 1308-1321.

McCullough, D.M., Doherty, P.A., Schaefer, H.L., Deacoff, C., Johnston, S.K., Duggan, D.R., Petrie, B.D., et Soukhovtsev, V.V. 2005. Significant Habitats: Atlantic Coast Initiative (SHACI). Halifax Regional Municipality – Units 4-6. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2724: xvii + 501 p.

MENVNB (ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick). 2006. Le Programme de gestion environnementale pour l'industrie aquacole des poissons de mer en cage au

Nouveau-Brunswick. Version 2.0. MENVNB, Fredericton, Nouveau-Brunswick. 21 p. Accès : http://www.gnb.ca/0009/0369/0017/pdfs/0010-f.pdf (consulté en avril 2012).

Miller, R.J. 1997. Spatial differences in the productivity of American lobster in Nova Scotia. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 1613-1618.

MPO. 2006. Programme de rétablissement du corégone de l'Atlantique (*Coregonus huntsmani*) au Canada. *Loi sur les espèces en péril*, Série de Programmes de rétablissement. Pêches et Océans Canada, Ottawa. xi + 42 p.

MPO. 2009. Courants, trajectoires des bouées dérivantes et potentiel de pénétration dans la ZMP de Musquash des particules organiques rejetées dans l'anse Little Musquash. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2009/001. Accès : http://www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/Publications/ScR-RS/2009/2009_001_f.pdf (consulté en avril 2012).

MPO. 2011a. Populations de saumon sauvage à proximité d'un développement de l'aquaculture des poissons à nageoires proposé dans la baie St. Mary's, en Nouvelle-Écosse. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2011/001.

MPO. 2011b. Information sur le homard aux alentours de deux sites piscicoles proposés dans la baie St. Mary's, en Nouvelle Écosse : débarquements, cycle biologique et utilisation de l'habitat. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2011/002.

MPO. 2011c. Évaluation de l'état des stocks de homard du large de la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse (ZPH 27 à 33). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2011/064.

MPO. 2012a. Examen des prévisions du modèle DEPOMOD par rapport aux observations en matière de concentrations de sulfure autour de cinq sites aquacoles dans le sud-ouest du Nouveau-Brunswick. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/042.

MPO. 2012b. Populations de poissons à proximité de trois sites aquacoles de poissons proposés dans le comté de Shelburne (Nouvelle-Écosse). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2011/017.

NSDFA (Nova Scotia Department of Fisheries and Aquaculture). 2011. Environmental Monitoring Program Framework for Marine Aquaculture in Nova Scotia. NSDFA, Halifax, NS. 19 p. Accès : http://www.gov.ns.ca/fish/aquaculture/ns-emp-framework-march2011.pdf (consulté en avril 2012).

O'Neil, S.F., et Bernard, M. 1983. 1982 Atlantic salmon sport catch statistics Maritime Provinces. Fisheries and Oceans Canada, Halifax, NS. 55 p.

O'Neil, S.F., Bernard, M., et Singer, J. 1985. 1984 Atlantic Salmon Sport Catch Statistics, Maritime Provinces (Redbook). Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 530. Fisheries and Oceans Canada, Halifax, NS.

O'Neil, S.F., Bernard, M., et Singer, J. 1986. 1985 Atlantic Salmon Sport Catch Statistics, Maritime Provinces (Redbook). Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 600. Fisheries and Oceans Canada, Halifax, NS.

Page, F.H., Chang, B., Losier, R., et McCurdy, P. 2009. Water currents, drifter trajectories, and the estimated potential for organic particles released from a proposed salmon farm

operation in Little Musquash Cove, southern New Brunswick to enter the Musquash Marine Protected Area. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/003.

Ritter, J.A. 1989. Marine migration and natural mortality of North American Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2041. 136 p.

Swetnam, D., et Bernard, M. 1982. 1981 Atlantic salmon sport catch statistics Maritimes Region. Fisheries and Oceans Canada, Halifax, NS. 55 p.

Tremblay, D., et Sharp, G.J. 1987. Lobster larval abundances in Lobster Bay, Yarmouth Co., Nova Scotia – 1983. Proc. Nova Scotia Inst. Sci. 38: 43-53.

Tremblay, M.J., et Claytor, R.R. 2009. Indicators of abundance and spatial distribution of lobsters (*Homarus americanus*) from standard traps. New Zealand. J. Mar. Fresh. Res. 43: 387-399.

Trippel, E.A. 2002. Mapping Traditional Fishermen's Knowledge. Draft. Fisheries and Oceans Canada, Maritimes Region.

Annexes

Annexe 1 : Méthodologie, données d'entrée, valeurs et résultats du modèle DEPOMOD

Méthodologie

Les données sur l'emplacement des cages et leurs tailles, les taux d'alimentation proposés (par semaine) et la vitesse du vent ont été fournies par le promoteur. Les données sur la vitesse du courant ont été recueillies par le ministère des Pêches et de l'Aquaculture de la Nouvelle-Écosse au moyen d'un profileur de courant à effet Doppler Sentinel de RDI de 600 kHz, installé sur le fond marin dans les limites des concessions. L'emplacement, les dates et la durée du mouillage du courantomètre sont indiqués au tableau 1.1 (annexe 1). Le mouillage du courantomètre a eu lieu avant les premières activités de l'exploitation. Le profileur mesure la vitesse et la direction du courant à des intervalles de profondeur d'un mètre dans toute la colonne d'eau. Les renseignements sur l'étalonnage du profileur n'ont pas été fournis.

Le modèle DEPOMOD (version 2) a été utilisé pour prévoir les taux de dépôt de carbone au moyen du scénario de distribution des aliments en continu; il s'agit du scénario habituellement utilisé pour les exploitations proposées ou opérationnelles (Cromey et al., 2000). Le modèle prévoit les taux de dépôt dans un domaine défini par l'utilisateur; celui-ci définit également la taille des cellules de la grille. La taille du domaine de cette étude était de 1 000 m par 1 000 m et la taille d'une cellule de la grille était de 10 m par 10 m. Le modèle DEPOMOD permet à l'utilisateur de définir des grilles distinctes pour les grandes et les petites tailles; toutefois, dans cette étude, une seule grille a été utilisée pour tout le domaine.

Le modèle DEPOMOD comprend un module de remise en suspension des sédiments, qui permet d'activer ou de désactiver la remise en suspension. Le modèle a d'abord été effectué sans remise en suspension, puis avec remise en suspension. Le seuil (contrainte de cisaillement critique) pour la remise en suspension dans le modèle DEPOMOD est fixe dans le logiciel et correspond à une vitesse du courant près du fond d'environ 9,5 cm s^{-1}. La remise en suspension n'a une incidence que sur les particules non consolidées. Le modèle a été effectué avec le temps de consolidation des particules par défaut de quatre jours, et cela laisse entendre que les particules qui restent au fond pendant au moins quatre jours sont consolidées à la matrice des sédiments des fonds marins.

Le modèle a été exécuté pendant deux cycles du relevé du courantomètre, comme le recommande le manuel du logiciel DEPOMOD afin d'établir une solution de l'état stable (Cromey et al., 2000). Les données de sortie sélectionnées sont le flux de carbone, en g m^{-2} a^{-1} (au centre de chaque cellule de grille). Les valeurs du flux de carbone ont été converties en g m^{-2} d^{-1}.

Les tracés de contours pour le taux de dépôt de carbone au centre de chaque cellule de grille ont été obtenus à l'aide du logiciel Vertical Mapper de MapInfo (version 3.1.1). La technique d'interpolation était rectangulaire; le logiciel des tracés recommande cette technique lorsque les points de données sont répartis de façon uniforme, tout comme avec les données de sortie du modèle DEPOMOD. Les valeurs par défaut de la taille des cellules et des rayons d'exploration ont été utilisées. L'intervalle entre les contours a été défini par les taux de dépôt de carbone correspondant à la classification des sédiments du tableau 1.2 (annexe 1). On considère que les taux de dépôt inférieurs à 0,3 g C m^{-2} d^{-1} correspondent au taux de dépôt naturel. Il s'agit du

taux de dépôt de carbone des sites de contrôle du sud-ouest du Nouveau-Brunswick rapportés dans Hargrave (1994).

Le calcul du bilan massique compare le taux total prévu, à l'aide du modèle DEPOMOD, de la production de déchets par l'exploitation (déchets alimentaires et excréments) avec le taux prévu de dépôt de déchets sur le fond marin dans le domaine du modèle. Le taux total de production de déchets a été calculé comme le taux total d'alimentation (toutes les cages combinées) multiplié par le taux de production de déchets par unité d'alimentation. Le taux de production de déchets par unité d'alimentation a été calculé par le modèle DEPOMOD à l'aide des caractéristiques d'ingestion d'agents nutritifs. À l'aide des caractéristiques d'alimentation dans le tableau 1.3 (annexe 1), le modèle a estimé le taux de production de déchets par unité d'alimentation (déchets alimentaires et excréments) à 0,044 kg de carbone par kg d'aliments. Le taux total de dépôt de déchets dans le domaine du modèle a été calculé comme la somme des taux de dépôt de déchets prévus dans toutes les cellules de grille. Le taux de dépôt de déchets dans chaque cellule de grille a été calculé comme le taux de dépôt estimé à chaque point de grille (en g C m^{-2} d^{-1}) multiplié par la taille de chaque cellule de grille (100 m^2).

Dans le cas où le taux de dépôt de carbone prévu dépasse 5 g C m^{-2} d^{-1} dans n'importe quelle cellule de grille du domaine du modèle DEPOMOD, on s'est intéressé à déterminer quel serait le taux d'alimentation le plus haut avec lequel le dépôt de carbone serait maintenu sous cette valeur dans toutes les cellules. Dans le modèle DEPOMOD, la relation entre le taux d'alimentation et le taux de dépôt de carbone prévu le plus élevé (dans toutes les cellules) est une relation linéaire :

$$D_{Max} = a + bA$$

où D_{Max} est le taux de dépôt de carbone prévu le plus élevé (g C m^{-2} d^{-1}) de toutes les cellules dans le domaine du modèle DEPOMOD, A est le taux d'alimentation (kg d^{-1} par cage), a est le point de dépôt lorsqu'il n'y a aucune alimentation et b est le taux de dépôt par unité d'alimentation. Les valeurs de a et b pour n'importe quel site peuvent être déterminées en traçant le graphique du taux d'alimentation en fonction du taux de dépôt de carbone maximal prévu pour deux taux d'alimentation, ou plus, à chaque site. A_{D5}, le taux d'alimentation à l'origine de D_{Max} = 5 g C m^{-2} d^{-1} peut alors être estimé d'après la relation linéaire.
P_{D5}, le plus grand nombre de poissons par cage qui permettrait de maintenir $D_{Max} \leq$ 5 g C m^{-2} d^{-1}, peut alors être calculé comme suit :

$$P_{D5} = \frac{A_{D5}}{A_{Max}} P_{Proposé}$$

où A_{Max} est le taux d'alimentation maximal proposé (kg d^{-1} par cage), et $P_{Proposé}$ est le nombre de poissons par cage proposé.

Données d'entrée

Les renseignements sur la production de l'exploitation proposée figurent dans le tableau 1.4 (annexe 1). On propose de mettre en charge un total de 500 000 saumoneaux répartis dans 33 cages. Le site aura 36 cages, mais 3 cages seront vides en tout temps, mais ce ne sont pas toujours les mêmes cages qui seront vides : une rotation des poissons sera effectuée parmi les cages pendant les changements de filets toutes les 6 à 7 semaines environ. Le modèle DEPOMOD a été exécuté pour les 33 cages qui seront initialement chargées, à l'aide des taux

d'alimentation maximal et moyen proposés par cage. Aucune rotation des poissons parmi les cages n'a été considérée.

Pour la vitesse du courant, des enregistrements horaires (pas de temps par défaut) ont été extraits des fichiers de données brutes du courantomètre pour trois zones de profondeur (nombre de zones recommandé par Cromey et al., 2002), une fois les fichiers vérifiés pour détecter les erreurs. Les trois zones de profondeur sont proches de la surface, à mi-profondeur et proches du fond (annexe 1 : tableau 1.5).

Les données bathymétriques ont été obtenues auprès du Service hydrographique du Canada (SHC). Les données indiquent que le fond marin dans les environs du site est relativement plat, avec une profondeur moyenne (par rapport au zéro des cartes, marée normale la plus basse) dans la concession de 14,1 m (plage de 12,5 à 15,2 m). Une grille de valeurs de profondeur, qui correspondent au centre de chaque cellule de grille DEPOMOD, a été créée par interpolation des données du SHC.

La hauteur de marée moyenne (niveau d'eau moyen au-dessus du zéro des cartes) a été fixée à 1,2 m au-dessus du zéro des cartes dans l'écran principal de dialogue et de saisie du logiciel DEPOMOD, à l'aide des données du Service hydrographique du Canada du port de référence ou secondaire le plus près (Murphy Cove, Nouvelle-Écosse). Les données sur le niveau d'eau moyen se trouvent dans la dernière édition de l'Annuaire canadien des marées et des courants, volume 1 (côte de l'Atlantique et baie de Fundy).
Les autres valeurs d'entrée du modèle DEPOMOD se trouvent dans le tableau 1.3 de l'annexe 1. Dans la plupart des cas, ces valeurs sont des valeurs recommandées par la Colombie-Britannique (Stucchi et Chamberlain, 2005) ou des valeurs par défaut.

Valeurs et résultats du modèle DEPOMOD

Tableau 1.1. Emplacement, dates et durée du mouillage du courantomètre au site d'aquaculture du saumon dans la baie Shoal.

Emplacement	Mouillage	Latitude	Longitude	Date de début	Date de fin	Durée (jours)
Baie Shoal (n° 1370)	492	44°77'48.3" N	62 72'70.9"°O	Le 19 mai 2011	Le 29 juin 2011	41

Tableau 1.2. Classifications des sites des exploitations aquacoles au Nouveau-Brunswick (NBDENV, 2006) et en Nouvelle-Écosse (NSDFA, 2011) selon la concentration en sulfures des sédiments et les taux de dépôt de carbone correspondants (d'après Hargrave et al., 2008 et Hargrave, 2010).

Classification du site : Nouveau-Brunswick	Classification du site : Nouvelle-Écosse	Concentration en sulfures des sédiments (µM)	Taux de dépôt de carbone (DEPOMOD) (g C m^{-2} d^{-1})
Oxique A	Oxique A	< 750	< 1,0
Oxique B	Oxique B	750 à 1 500	1,0 à 2,0
Hypoxique A	Hypoxique A	1 500 à 3 000	2,0 à 5,0
Hypoxique B	Hypoxique B	3 000 à 4 500	5,0 à 7,5
Hypoxique C		4 500 à 6 000	7,5 à 10,0
Anoxique	Anoxique	> 6 000	> 10,0

Tableau 1.3. Valeur des paramètres saisis dans le modèle DEPOMOD.

Paramètre	Valeur
Module de génération de grille (valeurs établies par l'utilisateur)	
Dimensions des cellules de grille (grilles pour les grandes et les petites tailles)	10 x 10 m
Nombre de cellules de grille pour les grandes tailles	99 × 99
Nombre de cellules de grille pour les petites tailles	98 × 98
Module de suivi des particules	
Type de matières	Carbone
Type de distribution des aliments	Distribution des aliments en continu
Renseignements sur les particules (voir Stucchi et Chamberlain, 2005)	
Teneur en eau des aliments	10 %
Digestibilité des aliments	90 %
% d'aliments gaspillés dans les aliments distribués	3 %
% de carbone dans les aliments agglomérés (poids sec)	57 %
% de carbone dans les excréments (poids sec)	33 %
Vitesse de sédimentation des aliments agglomérés (moyenne ± écart-type)	11,0 cm s^{-1}
Vitesse de sédimentation des excréments (moyenne ± écart-type)	3,2 ± 1,1 cm s^{-1}
Données de vitesse du courant (voir Cromey et al., 2002)	
Zones de vitesse du courant	3 : proche de la surface, mi-profondeur, proche du fond
Pas de temps pour la vitesse du courant (valeur par défaut)	3 600 s (1 h)
Modèle de turbulence (valeurs par défaut)	
Modèle de parcours aléatoire	Oui
Coefficient de dispersion (x)	0,100 m^{-2} s^{-1}
Coefficient de dispersion (y)	0,100 m^{-2} s^{-1}
Coefficient de dispersion (z)	0,001 m^{-2} s^{-1}
Modèle de trajectoire des particules (valeurs par défaut)	
Nombre de particules libérées (pour chaque type de particule, par cage et à chaque pas de temps)	10
Précision de l'évaluation de la trajectoire (pas de temps modèle)	Élevée (60 s)
Module de remise en suspension	
Nombre de boucles pour lequel le modèle est exécuté (Cromey et al., 2000)	2
Temps de consolidation des particules (valeur par défaut)	4 jours
Seuil d'érosion critique (non ajustable)	9,5 cm s^{-1}

Tableau 1.4. Renseignements sur la production pour un site d'aquaculture du saumon proposé dans la baie Shoal (n° 1370).

Paramètre	Valeur
Nombre total de poissons	500 000
Superficie des concessions	18,0 hectares
Nombre de cages à poisson	33
Circonférence des cages	72 m
Diamètre des cages	23 m
Profondeur des filets des cages (sous la surface)	9 m
Nombre de poissons par cage	15 150
Taux d'alimentation moyen par cage	102 kg d^{-1}
Taux d'alimentation maximal par cage	311 kg d^{-1}

Tableau 1.5. Données de la vitesse du courant selon la profondeur utilisées pour la modélisation DEPOMOD au site d'aquaculture du saumon proposé dans la baie Shoal. La profondeur moyenne est la distance entre la surface de l'eau et le plancher océanique à l'emplacement du mouillage du courantomètre, d'après les données bathymétriques et maréales du Service hydrographique du Canada.

Site	Profondeur moyenne de l'eau au courantomètre (m)	Zone de profondeur	Nombre d'enregistrements à l'heure	Lieu de la zone de profondeur
Baie Shoal	15,2	Proche de la surface	981	12,6 m au-dessus du fond
(n° 1370)		Mi-profondeur	981	7,6 m au-dessus du fond
		Proche du fond	981	2,6 m au-dessus du fond

Tableau 1.6. Résumé des données sur la vitesse du courant des mouillages de courantomètre au site d'aquaculture du saumon proposé dans la baie Shoal. Les valeurs indiquées sont fondées sur les enregistrements horaires de la vitesse du courant (voir tableau 1.1). Dans les zones proches du fond, une vitesse de courant d'environ 9,5 cm s^{-1} constitue le seuil de contrainte de cisaillement critique pour la remise en suspension selon le modèle DEPOMOD.

	Vitesse du courant (cm s^{-1})			% d'enregistrements proches du sol
Zone de profondeur	Minimale	Moyenne	Maximale	> 9,5 cm s^{-1}
Proche de la surface	0,5	6,1	22,4	
Mi-profondeur	0,6	5,2	20,4	
Proche du fond	0,6	5,3	22,0	12

Tableau 1.7. Le calcul du bilan massique à l'aide du modèle DEPOMOD pour les déchets provenant du site dans la baie Shoal et la quantité de déchets déposés sur le fond marin dans le domaine du modèle (1 x 1 km) en utilisant les taux d'alimentation maximal et moyen proposés, avec et sans remise en suspension.

Taux d'alimentation total (kg d^{-1})	Déchets produits par kg d'aliments (kg)	Déchets produits totaux (kg C d^{-1})	% de déchets dans le domaine du modèle DEPOMOD	
			Sans remise en suspension	Avec remise en suspension
10 263 (maximal)	0,044	452	100	77
3 366 (moyen)	0,044	148	100	52

Tableau 1.8. Prévisions du modèle DEPOMOD de la superficie de zones selon leur taux de dépôt de carbone au site d'aquaculture du saumon proposé dans la baie Shoal à l'aide du taux d'alimentation ***maximal*** *proposé (311 kg d^{-1} par cage), avec et sans remise en suspension. Les zones qui ont un taux de dépôt naturel (< 0,3 g C m^{-2} d^{-1}) sont exclues des zones oxiques A.*

Classification du site	Taux de dépôt de carbone (g C m^{-2} d^{-1})	Superficie de la zone (m^2) (taux d'alimentation maximal)		Changements dus à la remise en suspension	
		Sans remise en suspension	Avec remise en suspension	Superficie (m^2)	Changement en %
Oxique A	0,3 à 1,0	10 200	6 400	-3 800	-37
Oxique B	1,0 à 2,0	5 100	3 800	-1 300	-25
Hypoxique A	2,0 à 5,0	7 000	10 900	3 900	56
Hypoxique B	5,0 à 7,5	10 300	15 500	5 200	50
Hypoxique C	7,5 à 10,0	14 800	8 900	-5 900	-40
Anoxique	> 10,0	16 700	9 800	-6 900	-41
> 5 g C m^{-2} d^{-1}	*> 5,0*	*41 800*	*34 200*	*-7 600*	*-18*

Tableau 1.9. Prévisions du modèle DEPOMOD de la superficie de zones selon leur taux de dépôt de carbone au site d'aquaculture du saumon proposé dans la baie Shoal à l'aide du taux d'alimentation ***moyen*** *proposé (102 kg d^{-1} par cage), avec et sans remise en suspension. Les zones qui ont un taux de dépôt naturel (< 0,3 g C m^{-2} d^{-1}) sont exclues des zones oxiques A.*

Classification du site	Taux de dépôt de carbone (g C m^{-2} d^{-1})	Superficie de la zone (m^2) (taux d'alimentation moyen)		Changements dus à la remise en suspension	
		Sans remise en suspension	Avec remise en suspension	Superficie (m^2)	Changement en %
Oxique A	0,3 à 1,0	8 900	11 600	2 700	30
Oxique B	1,0 à 2,0	7 300	21 800	14 500	199
Hypoxique A	2,0 à 5,0	35 000	13 000	-22 000	-63
Hypoxique B	5,0 à 7,5	3 300	0	-3 300	-100
Hypoxique C	7,5 à 10,0	0	0	0	0
Anoxique	> 10,0	0	0	0	0
> 5 g C m^{-2} d^{-1}	*> 5,0*	*3 300*	*0*	*-3 300*	*-100*

Tableau 1.10. Relation linéaire entre le taux d'alimentation (kg d^{-1} par cage) et le taux de dépôt de carbone prévu le plus élevé (g C m^{-2} d^{-1}) dans le domaine du modèle DEPOMOD pour la baie Shoal. Figure aussi le taux d'alimentation qui entraînerait le taux de dépôt le plus élevé (5 g C m^{-2} d^{-1}) en fonction de la relation linéaire. La relation linéaire est obtenue grâce aux taux de dépôt prévus les plus élevés selon les trois taux d'alimentation : maximal, moyen et au milieu de la première année.

Site	Remise en suspension	Talus (*b*)	Point d'intersection avec l'axe des ordonnées (*a*)	r^2	Taux d'alimentation (kg d^{-1} par cage) qui entraîne le taux de dépôt prévu le plus élevé de 5 g C m^{-2} d^{-1}
Baie Shoal (n° 1370)	Sans	0,077	-0,038	1,0	65
Baie Shoal (n° 1370)	Avec	0,075	-1,76	1,0	91

Tableau 1.11. Taux d'alimentation maximal et niveau de stock pour maintenir le taux de dépôt de carbone inférieur ou égal à 5 g C m^{-2} d^{-1} dans toutes les cellules de la grille du domaine du DEPOMOD pour la baie Shoal.

Site	Remise en suspension	Niveau de stock proposé (nombre de poissons par cage)	Taux de dépôt prévu le plus élevé à l'aide du taux d'alimentation maximal proposé (g C m^{-2} d^{-1})	Taux d'alimentation (kg d^{-1} par cage) pour maintenir un taux de dépôt ≤ 5 g C m^{-2} d^{-1} dans toutes les cellules de la grille	Nombre de poissons par cage pour maintenir un taux de dépôt ≤ 5 g C m^{-2} d^{-1} au moment de l'alimentation la plus intense
Baie Shoal (n° 1370)	Sans	15 150	23,8	65	3 200
	Avec	15 150	21,5	91	4 400

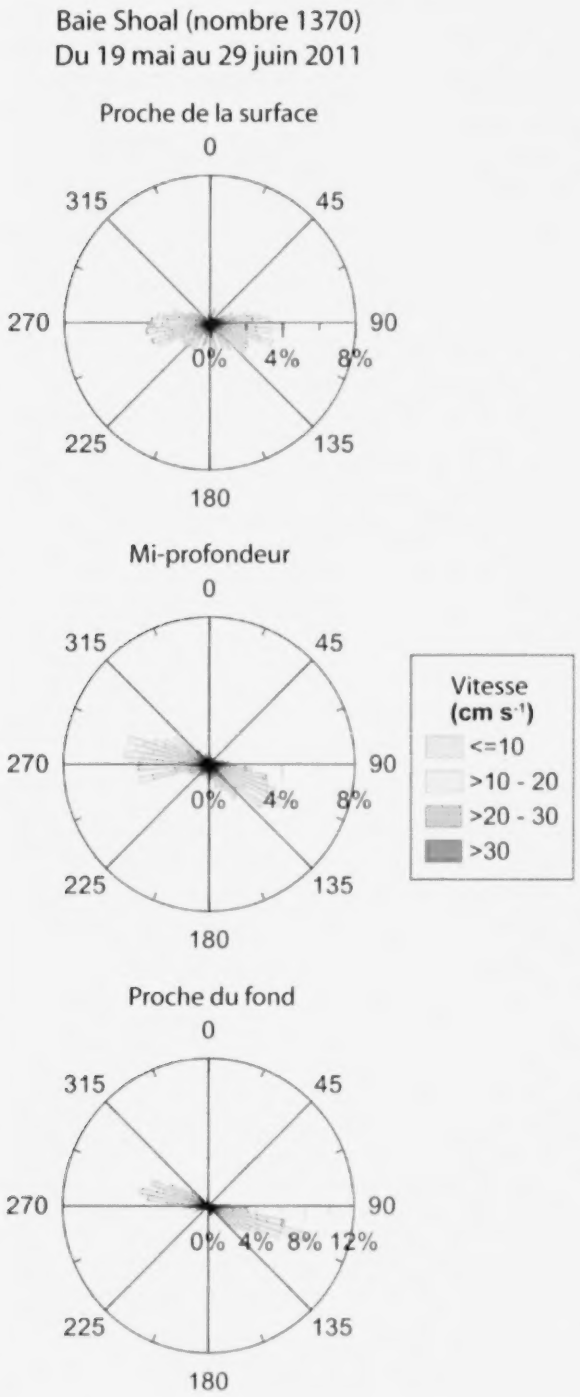

Figure 1.1. Rosaces directionnelles du courant obtenues lors des mouillages de courantomètres (profileur de courant à effet Doppler) au site d'aquaculture du saumon proposé dans la baie Shoal (n° 1370). Les données illustrent les données des enregistrements horaires pour trois zones de profondeur : proche de la surface (rangée du haut), à mi-profondeur (rangée du milieu) et proche du fond (rangée du bas).

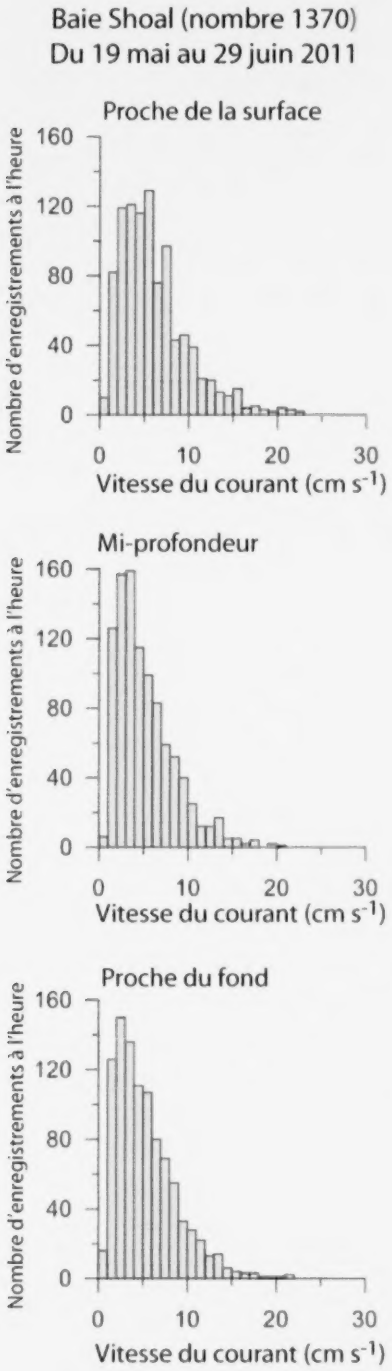

Figure 1.2. Histogrammes de la vitesse du courant obtenus lors des mouillages de courantomètres (profileur de courant à effet Doppler) au site d'aquaculture du saumon proposé dans la baie Shoal (n° 1370). Les données illustrent les données des enregistrements horaires pour trois zones de profondeur : proche de la surface (rangée du haut), à mi-profondeur (rangée du milieu) et proche du fond (rangée du bas).

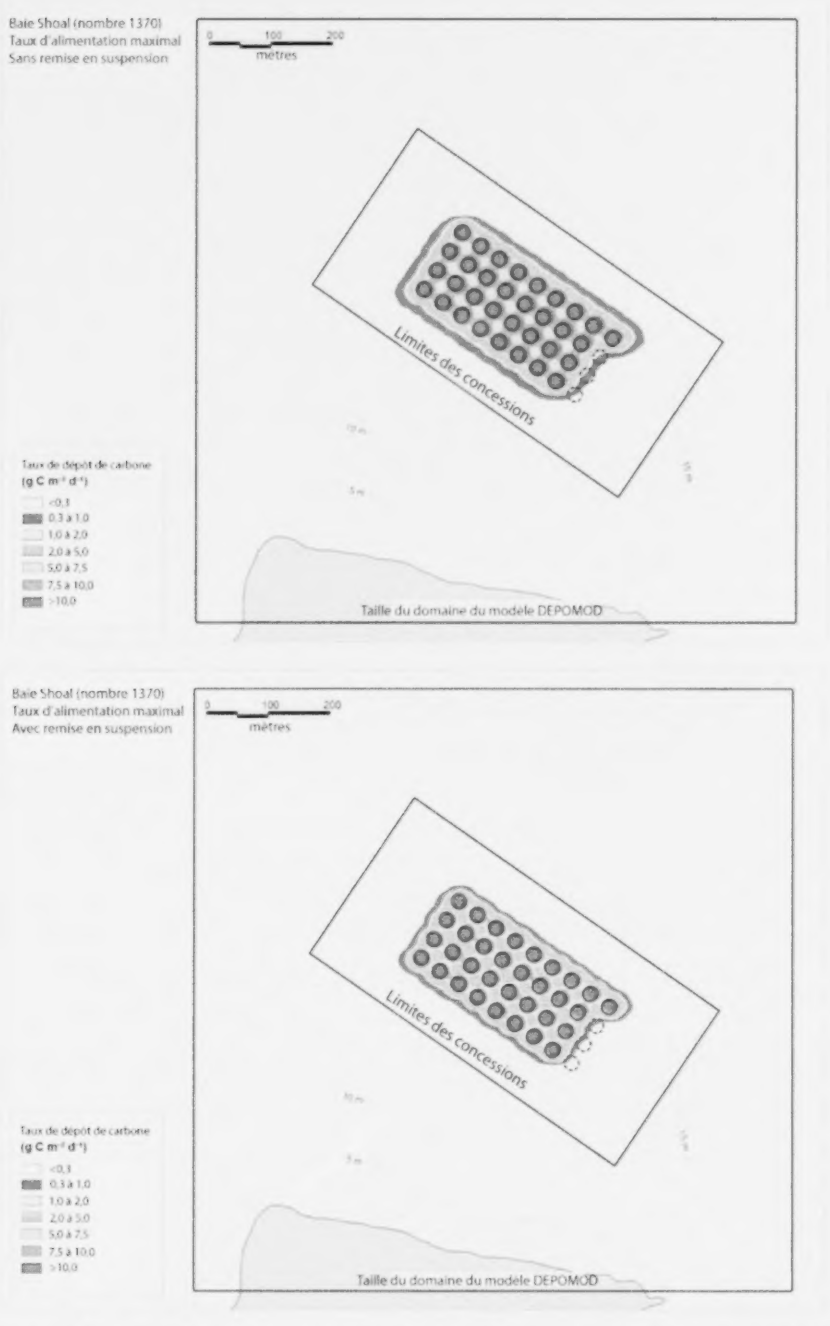

Figure 1.3. Tracés de contours des taux de dépôt de carbone prévus par le modèle DEPOMOD au site d'aquaculture de saumon proposé dans la baie Shoal (n° 1370), avec un total de 500 000 poissons dans 33 cages, en utilisant le taux d'alimentation ***maximal*** *proposé (311 kg d^{-1} par cage), avec remise en suspension désactivée (partie supérieure) et activée (partie inférieure).*

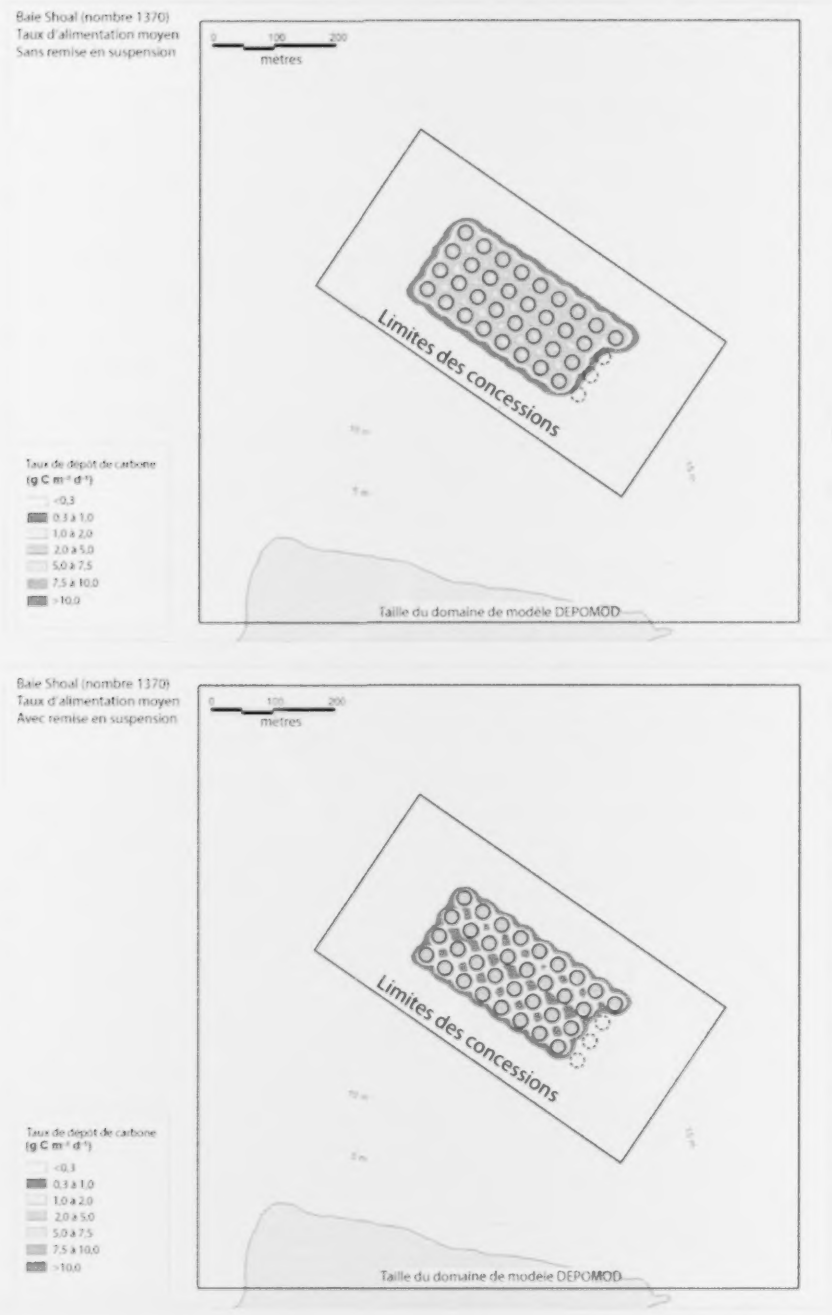

Figure 1.4. Tracés de contours des taux de dépôt de carbone prévus par le modèle DEPOMOD au site d'aquaculture de saumon proposé dans la baie Shoal (n° 1370), avec un total de 500 000 poissons dans 33 cages, en utilisant le taux d'alimentation ***moyen*** *proposé (102 kg d^{-1} par cage), avec remise en suspension désactivée (partie supérieure) et activée (partie inférieure).*

Annexe 2 : Révision proposée aux limites du site

Le 23 mars 2012, le secteur des Sciences de Pêches et Océans Canada a été informé que le promoteur proposait une légère modification dans les limites des concessions (figure 1). Les nouvelles limites empiètent largement sur les limites originales. Les données bathymétriques dans les nouvelles limites sont semblables à celles dans les limites originales : le fond marin est relativement plat et la profondeur moyenne est légèrement inférieure dans les nouvelles limites (13,7 m au-dessous du zéro des cartes par rapport à 14,1 m dans les limites originales).

Comme les changements dans la profondeur étaient minimes et que le modèle DEPOMOD utiliserait les mêmes données d'alimentation et de vitesse du courant, on a estimé que la création d'un nouveau modèle n'était pas nécessaire. La portée des zones avec des effets élevés et le taux de dépôts maximal ne présenteraient pas de différences significatives par rapport aux résultats de la modélisation originale. La seule différence serait les emplacements exacts des zones touchées, ce qui représenterait la petite modification dans l'emplacement des cages.

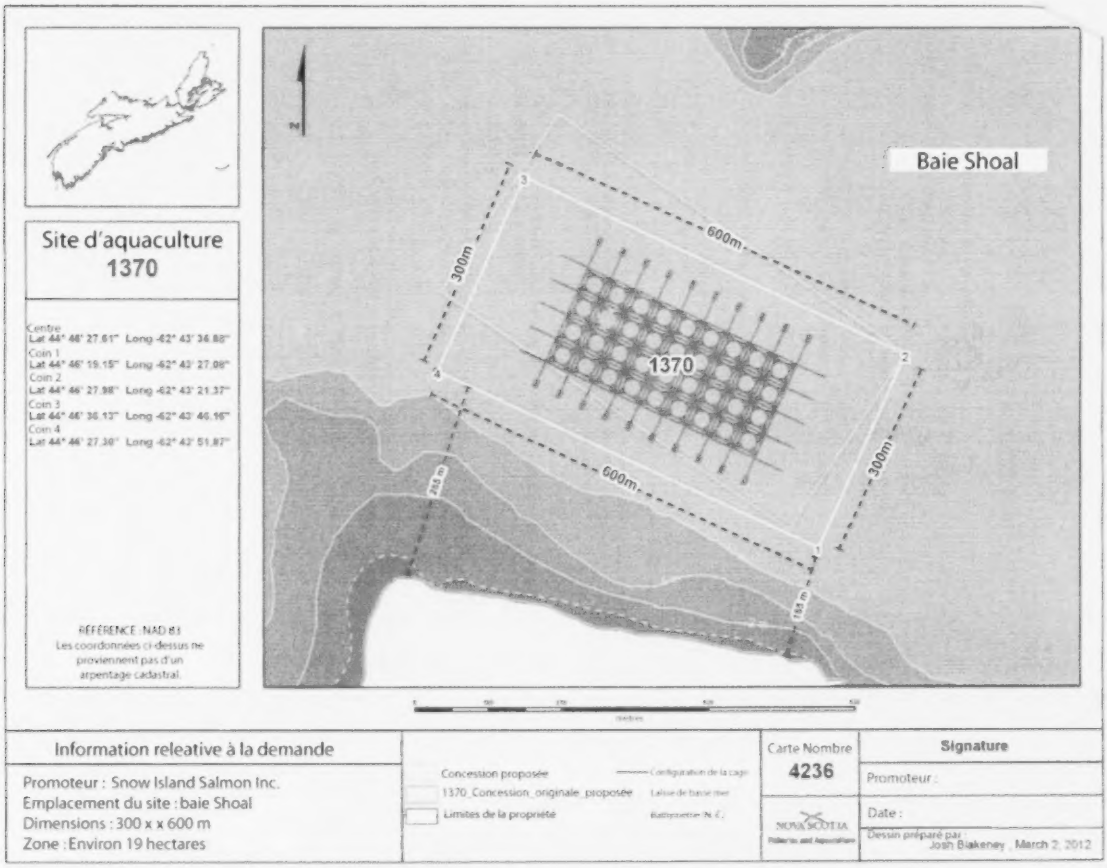

Figure 2.1. Carte indiquant les limites révisées (ligne jaune) et orignales (ligne orange) pour le site d'aquaculture de saumon proposé dans la baie Shoal. Les emplacements des cages sont ceux des limites révisées.

Annexe 3. Emplacements des « postes » du saumon de l'Atlantique sur la côte est de la Nouvelle-Écosse

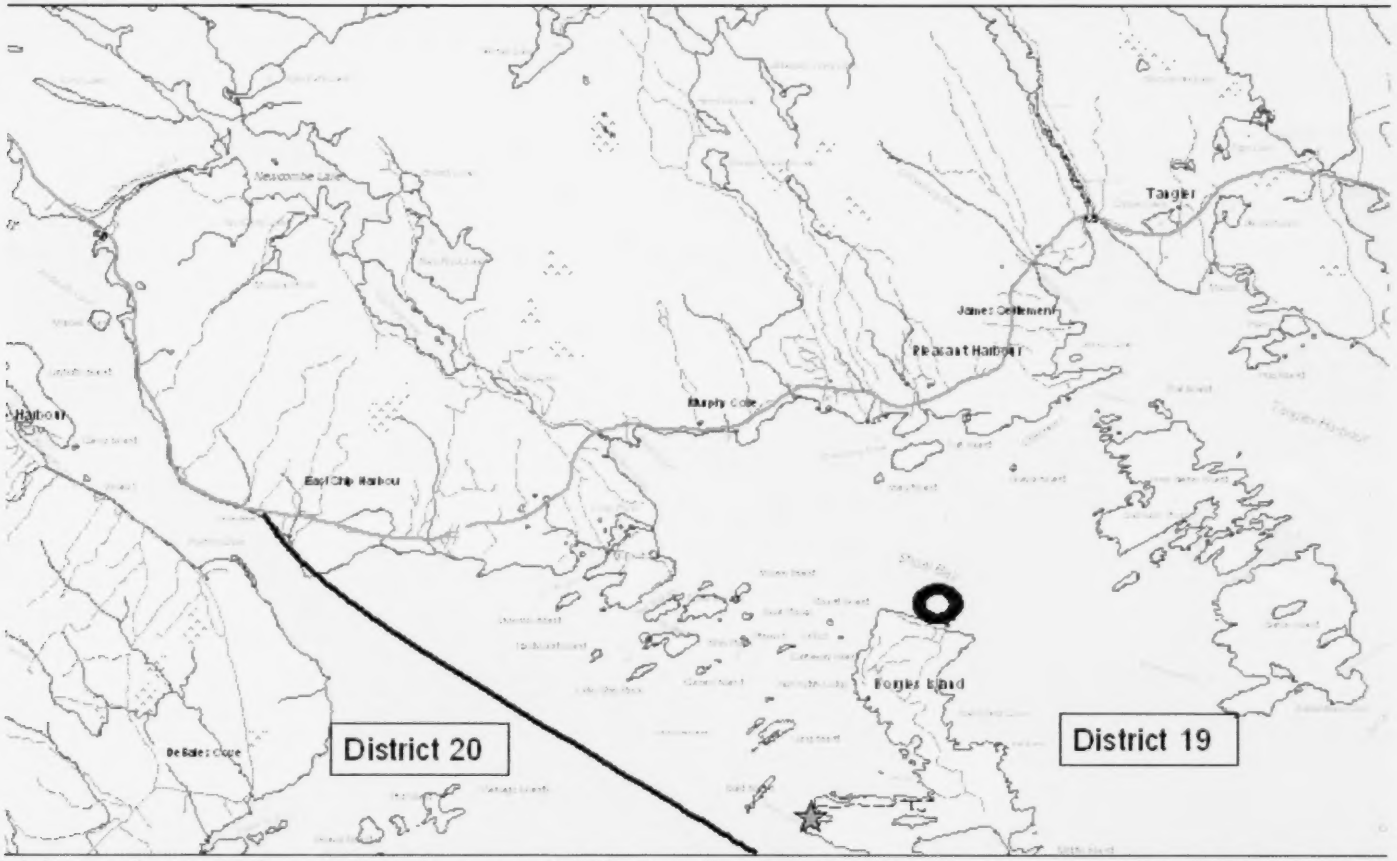

Figure 3.1. Les emplacements des « postes » du saumon de l'Atlantique, là où les engins fixes de pêche commerciale du saumon de l'Atlantique étaient situés (étoiles rouges) sur la côte est de la Nouvelle-Écosse, de Ship Harbour, dans l'ouest, à Popes Harbour, dans l'est (partie des districts statistiques des pêches 19 et 20). L'emplacement approximatif du site d'aquaculture proposé est défini par un cercle vide.

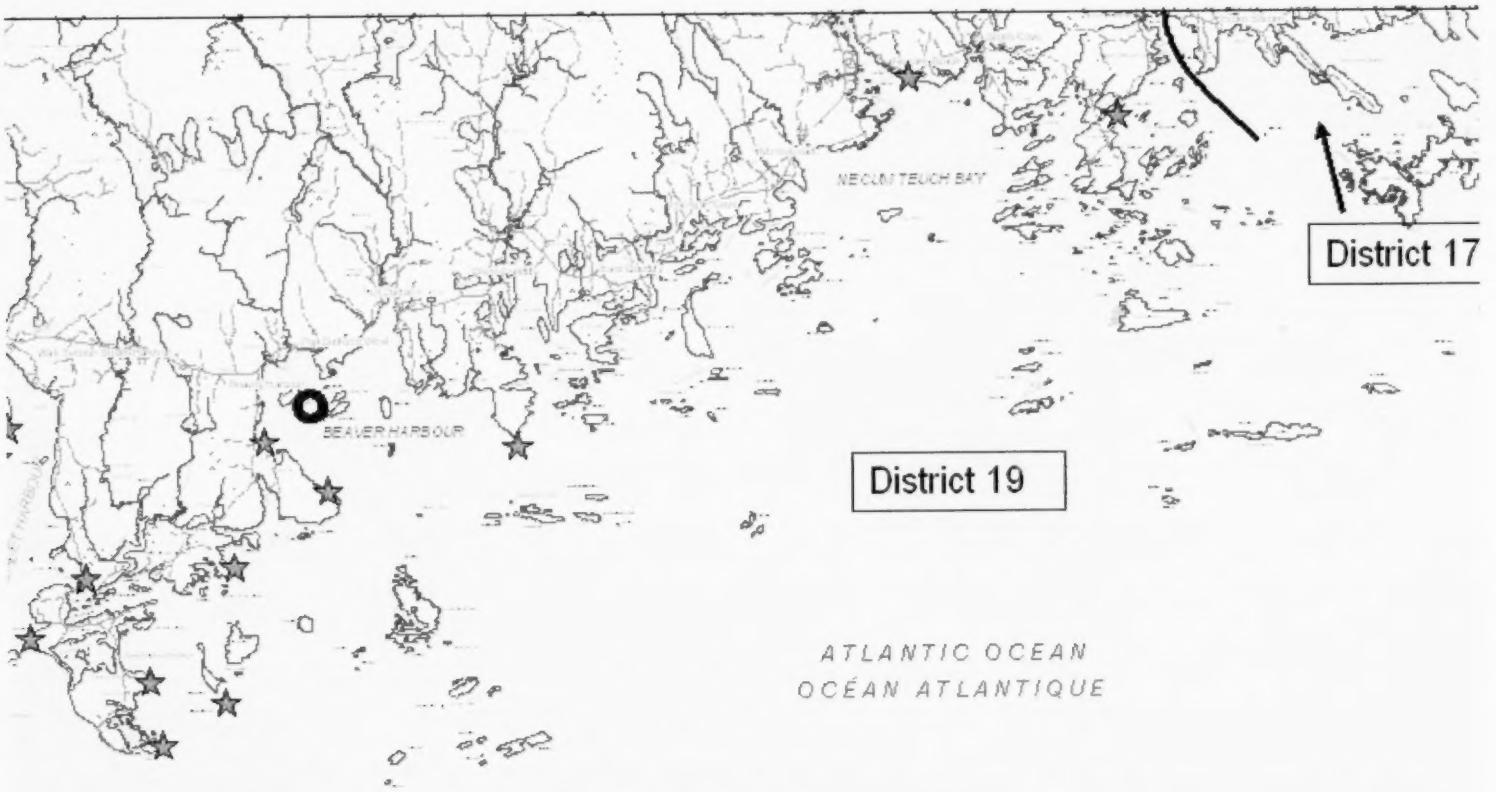

Figure 3.2. Les emplacements des « postes » du saumon de l'Atlantique, là où les engins fixes de pêche commerciale du saumon de l'Atlantique étaient situés (étoiles rouges) sur la côte est de la Nouvelle-Écosse, de Sheet Harbour, dans l'ouest, à Ecum Secum, dans l'est (partie du district statistique des pêches 19). L'emplacement approximatif de l'ajout d'un site d'aquaculture proposé à Beaver Harbour est défini par un cercle vide.

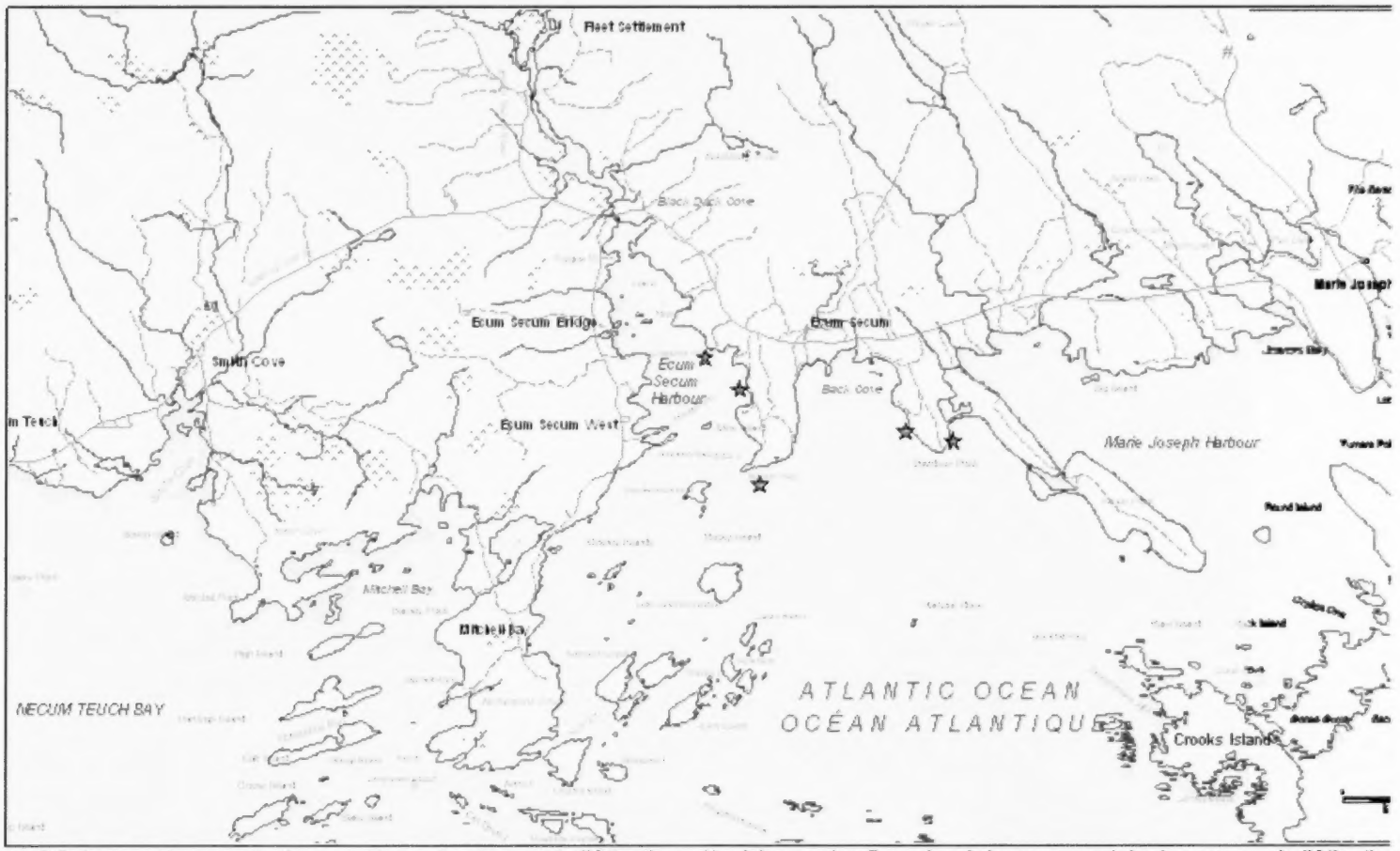

Figure 3.3. Les emplacements des « postes » du saumon de l'Atlantique, là où les engins fixes de pêche commerciale du saumon de l'Atlantique étaient situés (étoiles rouges) sur la côte est de la Nouvelle-Écosse, de la baie Necum Teuch, dans l'ouest, à Marie Joseph, dans l'est (partie du district statistique des pêches 17).

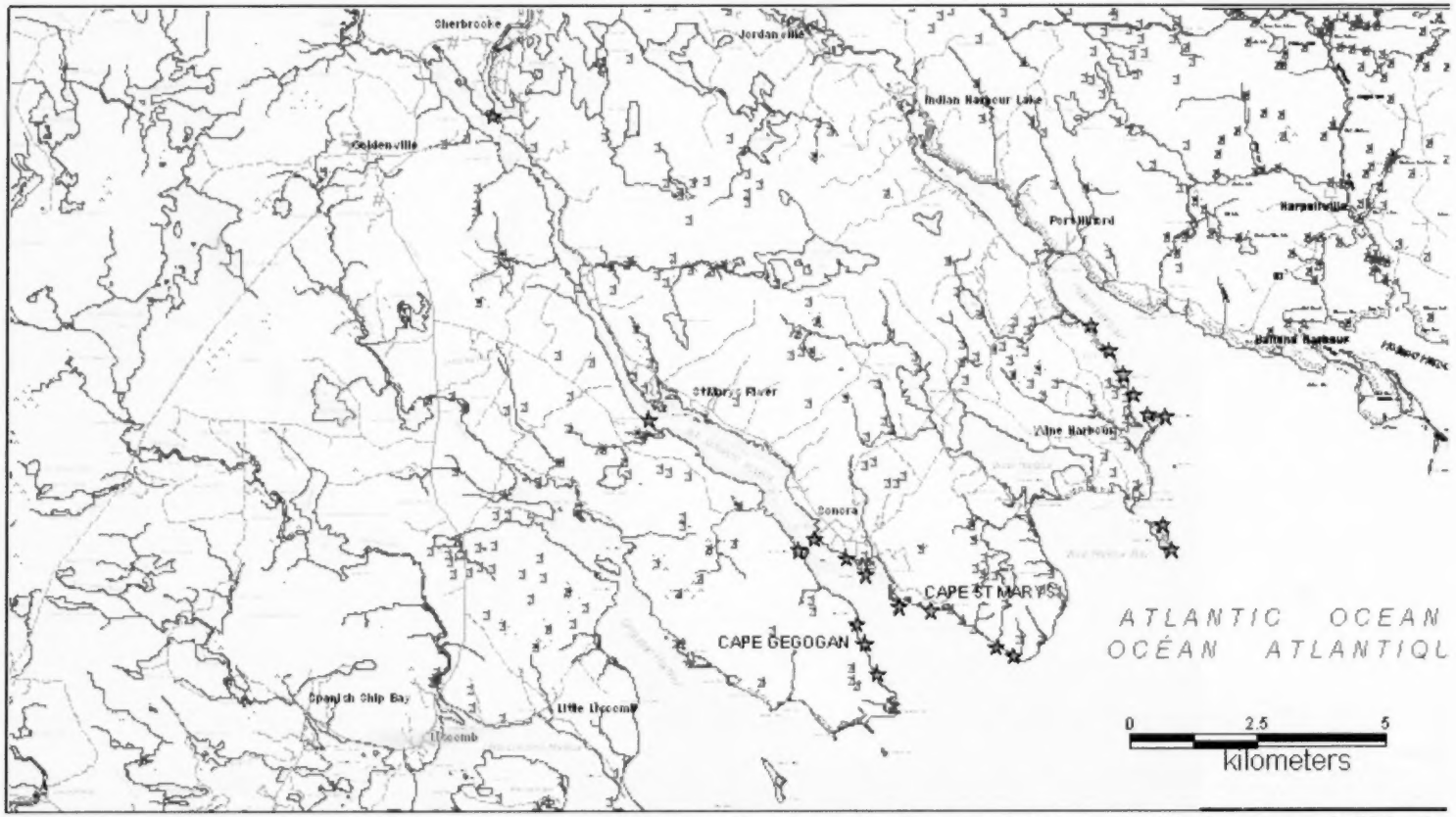

Figure 3.4. Les emplacements des « postes » du saumon de l'Atlantique, là où les engins fixes de pêche commerciale du saumon de l'Atlantique étaient situés (étoiles rouges) sur la côte est de la Nouvelle-Écosse, de Little Liscomb, dans l'ouest, à Holland Harbour, dans l'est (partie du district statistique des pêches 17).

Figure 3.5. Les emplacements des « postes » du saumon de l'Atlantique, là où les engins fixes de pêche commerciale du saumon de l'Atlantique étaient situés (étoiles rouges) sur la côte est de la Nouvelle-Écosse, dans la zone de Country Harbour (partie du district statistique des pêches 17).

Références

Cromey, C.J., Nickell, T.D., et Black, K.D. 2000. DEPOMOD (v2.2.1) User manual. Scottish Environment Protection Agency, Stirling, UK.

Cromey, C.J., Nickell, T.D., et Black, K.D. 2002. DEPOMOD – modelling the deposition and biological effects of waste solids from marine cage farms. Aquaculture 214: 211-239.

Hargrave, B.T. 1994. A benthic enrichment index. *In* Modelling benthic impacts of organic enrichment from marine aquaculture. Edited by B.T. Hargrave. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1949: 79-91.

Hargrave, B.T. 2010. Empirical relationships describing benthic impacts of salmon aquaculture. Aquacult. Environ. Interact. 1: 33-46.

Hargrave, B.T., Holmer, M., et Newcombe, C.P. 2008. Towards a classification of organic enrichment in marine sediments based on biogeochemical indicators. Mar. Poll. Bull. 56: 810-824.

Stucchi, D.J., et Chamberlain, J. 2005. DEPOMOD Canada Methods and Settings V2.0. Fisheries and Oceans Canada, Pacific Region. (document inédit).

Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région des Maritimes
Pêches et Océans Canada
C.P. 1006, succursale B203
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2

Téléphone : 902-426-7070
Télécopieur : 902-426-5435
Courriel : XMARMRAP@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs

ISSN 1919-3793 (imprimé)
ISSN 1919-3715 (en ligne)
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2013

An English version is available at the above address.

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2013. Répercussions possibles de l'aménagement d'un site d'aquaculture de poissons à nageoires dans la baie Shoal, dans le comté d'Halifax, en Nouvelle-Écosse, sur les populations de poissons sauvages dans les environs et leur habitat. Secr. can. de consult. sci. de MPO. Rép. des Sci. 2013/003.